

Installateurs-Handbuch Biomasseheizanlagen

2. Version

Dieses Handbuch wurde erstellt von: **WIP Energie und Umwelt**
Sylvensteinstr. 2
81369 München
www.wip-munich.de
Dominik.Rutz@wip-munich.de



In Zusammenarbeit mit: **Innung Spengler, Sanitär-, und Heizungstechnik München**
Gabrielenstraße 3
80636 München
www.ssh-innung-muenchen.de



Autoren: Dipl.-Ing. Dominik Rutz M.Sc. (WIP Energie und Umwelt)
Dr. Rainer Janssen (WIP Energie und Umwelt)

Harald Letsch (SSH-Innung München) (Kapitel 7)

Version: 2. Version, Stand Mai 2006

Projekt: **EARTH**
(Extend Accredited
Renewables Training for Heating)
www.earth-net.info



Unterstützt durch:



Contract No. EIE/04/038/S07.38559

Inhalt

I Ziel des Handbuchs 8

II Das EARTH-Projekt 9

III Schulungsinhalte „Task Analysis“ 12

1. Informationsquellen 21

1.1. Weiterführende Literatur 21

1.2. Linksammlung 22

1.2.1 Allgemeine Informationen 22

1.2.2 Regelwerke 22

1.2.3 Biomasse (und Solarenergie) 23

1.2.4 Förderung 24

1.3. Herstellerverzeichnis 25

1.3.1 Kessel 25

1.3.2 Speicher 33

1.3.3 Lagerung 35

1.3.4 Nahwärmeleitungen und Übergabestationen 36

1.3.5 Holzhacker und Sägespaltmaschinen 37

2. Umwelt und Ökologie 41

2.1. Die globale Klimasituation 41

2.2. Der Treibhauseffekt 44

2.3. Der CO_2-Kreislauf 46

3. Globale und nationale Energiesituation 50

3.1. Fossile Energieträger 53

3.2. Atomenergie 57

3.3. Zukunft der regenerativen Energien 60

3.4. Energiedaten Deutschland 61

4. Marketing und Verkaufsargumente 65

4.1. Die Bedeutung der Information 65

4.2. Das Kundengespräch 66

4.3. Argumente für das Heizen mit Biomasse 69

4.3.1 Ökologische Argumente 69

4.3.2 Ökonomische Argumente 70



4.3.3 Soziale Argumente 71
4.3.4 Politische Argumente 71

5. Der Brennstoff Biomasse 73

5.1. Formen der energetischen Biomassenutzung 73
5.1.1 Stückholz 75
5.1.2 Hackschnitzel 79
5.1.3 Pellets 82
5.1.4 Briketts 87
5.1.5 Halmgüter 88

5.2. Brennstoffeigenschaften 91
5.2.1 Chemische Eigenschaften 91
5.2.2 Wassergehalt und Brennstoff-Feuchte 92
5.2.3 Heiz- und Brennwert 94
5.2.4 Aschegehalt und Ascheerweichungspunkt 95
5.2.5 Physikalische Eigenschaften 95

5.3. Die Feststoff-Verbrennung 96
5.3.1 Der Verbrennungsprozess 96
5.3.2 Die unvollständige Verbrennung 98
5.3.3 Feuerungstechnische Grundlagen 99

6. Brennstofflagerung und Feuerungssysteme 102

6.1. Feuerungssysteme 102
6.1.1 Stückholzheizungen 104
6.1.2 Hackschnitzelheizungen 112
6.1.3 Pelletheizungen 116

6.2. Brennstofflagerung 120
6.2.1 Holzlagerung 121
6.2.2 Hackschnitzellagerung 122
6.2.3 Pelletlagerung 126

6.3. Abgasführung 134

7. Hydraulik und solarthermische Integration 139

7.1. Solarthermische Integration 139

7.2. Heizungssysteme 140

7.3. Pufferspeicher 140
7.3.1 Bestimmung über die Leistung des Kessels. 140
7.3.2 Bestimmung über den Füllrauminhalt 141
7.3.3 Beispiele von Speichertypen 142

7.4. Hydraulische Anlagenschemen 143
7.4.1 Schema 1 143
7.4.2 Schema 2 144
7.4.3 Schema 3 145



7.5. Anlagenplanung ... 145
7.5.1 Planungsgrundlagen ... 145
7.5.2 Berechnungsanleitung für die Norm-Heizlast ... 148

8. Kosten, Finanzierung und Förderung ... 150
8.1. Brennstoffpreise ... 150
8.1.1 Preise für Hackschnitzel ... 150
8.1.2 Pelletpreise ... 151
8.2. Förderungsmöglichkeiten ... 153
8.2.1 Förderung der BAFA ... 153
8.2.2 Förderung der KfW ... 155
8.2.3 Förderprogramm der Stadt München ... 159
8.3. Kostenberechnung ... 161
8.3.1 Kapitalgebundene Kosten ... 161
8.3.2 Verbrauchsgebundene Kosten ... 162
8.3.3 Betriebsgebundene Kosten ... 163
8.3.4 Sonstige Kosten ... 164
8.3.5 Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme ... 164

9. Rechtliche Anforderungen und Vorschriften ... 166
9.1. Anforderungen an Feuerungsanlagen ... 167
9.1.1 Ü-Zeichen ... 167
9.1.2 CE-Zeichen ... 167
9.1.3 DIN-Normen ... 168
9.1.4 Blauer Engel ... 170
9.2. Bauliche Anforderungen ... 172
9.2.1 Verbrennungsluftversorgung ... 172
9.2.2 Heizraum ... 173
9.2.3 Brennstofflagerraum ... 175
9.2.4 Abgasanlagen ... 175
9.2.5 Kaminkehrung ... 178
9.3. Brennstoffanforderungen ... 179
9.4. Emissionsrelevante Anforderungen ... 181
9.5. Gesetzesgrundlagen (Auszüge) ... 183
9.5.1 Musterbauordnung ... 183
9.5.2 Bauverordnung Bayern (BayBO) ... 188
9.5.3 FeuV Bayern ... 189
9.5.4 Verordnung über die Verhütung von Bränden (VVB) ... 197
9.5.5 BiomasseV ... 198
9.5.6 TA-Luft ... 199
9.5.7 Schornsteinfegergesetz ... 200
9.5.8 KÜO-Bayern ... 201
9.5.9 Bundesimmissionsschutzgesetz ... 206
9.5.10 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV) ... 208



9.5.11 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV) 216

10. Checklisten 219

10.1.1 Checkliste Fehler 219

10.1.2 Checkliste Installation 221

11. Arbeitstabellen 224

11.1. Umrechnung von Energieeinheiten 224

11.2. Andere Größen-Umrechnungen 225

11.2.1 Länge 225

11.2.2 Masse, Gewicht 225

11.2.3 Kraft 225

11.2.4 Druck 226

11.2.5 Leistung 226

11.2.6 Fläche 226

11.2.7 Volumen 227

11.2.8 Temperatur 227

11.3. Vorzeichen 227

11.4. Elemente und Verbindungen 228

Danksagung 230

Abbildungsverzeichnis 231

Tabellenverzeichnis 235

Abkürzungsverzeichnis 237

Literatur 239

I Ziel des Handbuchs

Dieses Handbuch wurde unter dem „Intelligent Energy for Europe Programme“ im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten ALTENER – Projekts „EARTH“ (Extend Accredited Renewables Training for Heating) geschrieben.

Das vorrangige Ziel dieses Handbuchs ist es, Installateuren ein hochwertiges Nachschlage- und Informationswerk für den Bereich Biomasseheizanlagen zu bieten. Es ergänzt somit die vom Installateur besuchte Schulung.

Darüber hinaus ist das Handbuch eine Grundlage für Biomasse-Schulungen. Um den hohen Standard des Handbuchs zu gewährleisten, wurde es nach den strengen Richtlinien von ISPQ-Europe erstellt. ISPQ Europe (Institut for Sustainable Power) ist eine internationale Akkreditierungseinrichtung für Schulungen und Schulungsanbieter im Bereich der erneuerbaren Energietechnologien. Die Schulungsinhalte richten sich dabei nach der so genannten „Task Analysis“. Dies ist ein Dokument in englischer Sprache, das die wichtigsten Anforderungen, Fähigkeiten und das notwendige Fachwissen eines qualifizierten Biomasseheizungsinstallateurs beinhaltet.

Zusammenfassend hat dieses Handbuch ein breites Nutzungsspektrum:

- Begleitendes Schulungsmaterial für Installateure
- Unterlagen für den Installateur zur Ergänzung und Nachbereitung der Schulung
- Vorzeigematerial im Kundengespräch
- Informationsquelle und Nachschlagewerk
- Basisunterlage für weitere Schulungen
- Hochwertige Grundlage für Schulungsanbieter und Referenten
- Nach den Anforderungen von ISPQ (Akkreditierung) entsprechendes Schulungsmaterial

Da sich politische und technologische Rahmenbedingungen für das Heizen mit Biomasse ständig ändern, sind laufende Aktualisierungen dieses Handbuchs notwendig. Deshalb wurde dieses Handbuch extra in Ringbuchform erstellt und nicht gebunden. Somit kann der Installateur „seinen Biomasse-Ordner“ fortwährend ergänzen und auf den neuesten Stand bringen. Zusätzliche Informationsquellen können leicht dazugeheftet werden.



II Das EARTH-Projekt

Der Pilot-Kurs für Biomasseheizanlagen wird an der SSH-Innung in München und der Firma WIP Energie und Umwelt durchgeführt. Die WIP Energie und Umwelt bearbeitet derzeit das von der Europäischen Kommission geförderte EARTH-Projekt. In diesem Projekt werden in neun europäischen Ländern Installateurs-Schulungskurse für Wärmepumpen, Solarkollektoren und für Biomasseheizanlagen gefördert.

Im Rahmen des EARTH-Projektes werden Schlüsselkompetenzen zusammengestellt, die Elektroinstallateuren und SHK-Handwerkern in Weiterbildungskursen vermittelt werden sollen, um für den zu erwartenden Wachstumsmarkt für Biomasse-, Wärmepumpen und thermischen Solaranlagen ausreichend gerüstet zu sein. Die Kurse sollen gewährleisten, dass diese Berufsgruppen die Planung, Installation und Inbetriebnahme der Anlagen qualifiziert durchführen können.

Das Vorläufer-Projekt SUNTRAIN befasste sich ausschließlich mit Solaranlagen. Im Rahmen dieses Projektes wurde in Deutschland ein Zertifikat für einen Kurs vergeben, der den gestellten Anforderungen entspricht. Mit dem EARTH-Projekt wurde die Initiative auf weitere Techniken und auf weitere EU- und assoziierte Länder ausgeweitet. Die Liste der Kompetenzen im Solarbereich wird überarbeitet, und in weiteren europäischen Ländern werden Pilotseminare initiiert.

Bei allen drei Techniken konzentrieren sich die Kursinhalte auf kleinere Anlagen in privaten Haushalten und im kommerziellen Bereich bis etwa 40 kWth.

Insgesamt umfasst das EARTH-Projekt folgende Teilaufgaben:

- Untersuchung der Rahmenbedingungen für die Techniken und der Weiterbildungsstruktur in den beteiligten Ländern sowie Recherche bestehender Angebote zur Weiterbildung auf den drei Technikgebieten
- Definition von Anforderungen an die Weiterbildung auf diesem Gebiet mit Festlegung der abzudeckenden Inhalte (Schlüssel-Kompetenzen) und Erfüllung organisatorischer Kriterien durch den Seminaranbieter
- Entwicklung eines beispielhaften Kurses in den beteiligten Ländern
- Entwicklung einer Infrastruktur für die Zertifizierung in Abstimmung mit den relevanten nationalen Weiterbildungsorganisationen
- Pilot-Zertifizierung des Kurses nach europaweiten Standards.



Mit ISPQ Europe (Institute for Sustainable Power Europe) war eine Institution am Projekt beteiligt, die bereits umfangreiche, anerkannte Standards für die Zertitifizierung („accreditation“) von Weiterbildungsmaßnahmen und –einrichtungen erarbeitet hatte. Mitarbeiter von ISPQ schulen die Beteiligten am EARTH-Projekt, so dass diese die Bestandsaufnahme für die Zertifizierung selbst durchzuführen können („qualified auditors“).

Der Zertifizierungsprozess stellt eine objektive Methode zur Verfügung, um Kurse auf nationaler und europäischer Ebene zu evaluieren. Das Zertifikat gibt Kursinteressenten Sicherheit über die inhaltliche und organisatorische Qualität eines Kurses. Es wird erwartet, dass gute Kurse zu einer stärkeren Akzeptanz der Techniken und zu effizienteren Anlagen führt, was wiederum den Markt für die Anlagen stärkt.

Das Projekt EARTH wendet sich an alle diejenigen, die an einer verstärkten Anwendung von Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien interessiert sind:

- **Industrie und Industrieverbände:** Im Projekt werden Bedürfnisse der Industrie bzw. des Marktes aufgegriffen. Ziel der Seminare ist es, die Zahl der kompetenten und qualifizierten Installateure zu erhöhen, um hochwertige Installationen zu gewährleisten und die Marktakzeptanz für die Techniken zu erhöhen.
- **Seminaranbieter**, wie z. B. Weiterbildungseinrichtungen, erhalten Zugang zum Lehrplan und zu den Unterrichtsmaterialien. Sie können bei der Initiierung neuer Kurse unterstützt werden, z. B. durch Trainingskurse für Ausbilder.
- **Installateure** sollen mit den Weiterbildungsmaßnahmen bei der Erschließung zusätzlicher Märkte unterstützt werden.
- **Nationale und regionale Energieagenturen** können ebenfalls von den Kursen profitieren, die Kurse selbst anbieten oder ihr Wissen einbringen.
- **Förderorganisationen für erneuerbare Energien** haben großes Interesse daran, dass die Anlagen möglichst effizient funktionieren, was eine qualifizierte Installation voraussetzt.

Bei allen Arbeitsschritten des Projekts werden Fachleute in den ausgewählten Technikgebieten und Vertreter der Zielgruppen konsultiert und eingebunden. Zu Beginn des Projekts wurden in den einzelnen Ländern ausführliche Gespräche mit Verbänden, Weiterbildungseinrichtungen, Kursentwicklern und anderen Fachleuten geführt. Dabei wurden die laufenden Weiterbildungsaktivitäten, Bedarf und potenzielle Nachfrage nach Kursen, Hemmnisse für die Teilnahme und die Akzeptanz eines unabhängigen Zertifizierungsprozesses sowie dessen Nutzen und Vorschläge für Inhalte und die organisatorische Gestaltung von Kursen erfasst.

Die Rahmenbedingungen für Weiterbildungsaktivitäten in den Technikbereichen sind in den beteiligten Ländern zum Teil sehr unterschiedlich, was auf Verschiedenheiten in den Märkten, den angewendeten Technologien und der Weiterbildungsstruktur zurückzuführen ist. Dennoch bestehen Gemeinsamkeiten im Hinblick auf Inhalte und Gestaltung von Kursen. Hierauf baut das Projekt, indem es ein einheitliches Konzept für solche Kurse in den beteiligten Ländern entwickelt. Wenn bereits entsprechende Kurse vorhanden sind, dann



können diese mit den entwickelten Kompetenz-Checklisten abgeglichen und gegebenenfalls zertifiziert werden. Geschieht dies öffentlichkeitswirksam, ist mit einer erhöhten Nachfrage nach den Kursen zu rechnen. Gibt es in einem Land noch keine solchen Kurse, können die Zertifizierungsgrundlagen eine wertvolle Hilfe bei der Entwicklung hochwertiger Kurse sein.

Bisher waren die kontaktierten Fachleute und Organisationen für das Thema durchaus aufgeschlossen. Die Anregungen zur verbesserten Qualifizierung von Installateuren fielen auf fruchtbaren Boden, weil dadurch der Markt zusätzlich belebt wird.

In dem sehr heterogenen Weiterbildungsmarkt in Deutschland wurde ein vielfältiges Angebot an Kursen für Planung und Installation von Solaranlagen festgestellt, das von Eintagesseminaren bis zu mehrwöchigen Lehrgängen reicht. Im Rahmen des SUNTRAIN-Projektes war bereits die Zertifizierung des 40-stündigen Solarthermie-Teils des „Solarteur“-Kurses erfolgt, wie er im Bildungszentrum für Solartechnik in München durchgeführt wird; in einem vorangegangenen Projekt war auch schon der Photovoltaik-Teil zertifiziert worden.

Auch zu Wärmepumpen gibt es in Deutschland eine Vielzahl von Seminarangeboten für Installateure. Allerdings ist hier der Markt noch unterentwickelt. Entsprechend gering ist die Nachfrage nach Weiterbildung. Nach einem dramatischen Markteinbruch für Wärmepumpen Ende der 80er Jahre steigt die Anzahl installierter Anlagen seit 1994 kontinuierlich an, wobei aufgrund von Förderprogrammen die Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen stark überrepräsentiert sind.

Im Biomasse-Bereich fanden sich in Deutschland nur vereinzelt kleinere Weiterbildungsinitiativen. Daraufhin konnte ein großer Bedarf an Biomasse-Schulungen festgestellt werden. Im Rahmen des EARTH-Projekts wird der Pilot-Kurs für Biomasse an der SSH-Innung in München durchgeführt.



III Schulungsinhalte „Task Analysis“

Im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten ALTENER-Projekts „EARTH“ (www.earth-net.info) wurde ein Dokument erstellt, das die Mindestanforderungen an einen qualitativ hochwertigen Installateurskurs umfasst. Dieses Dokument, auch als „Task-Analysis“ bezeichnet, bietet die Grundlage für Biomasse-Installateurskurse in insgesamt neun europäischen Ländern.

Der Inhalt dieses Dokuments umreißt die wichtigsten Schulungsinhalte, die ein Installateur in einer Biomasse-Schulung erlernen soll. Zur Entwicklung dieses Dokuments wurden zahlreiche Beiträge von Experten herangezogen. Die Experten-Gruppe bestand unter anderem aus Vertretern von Industrie, Handel, Entwicklung, Wissenschaft, Lehrwesen und Handwerk.

Der Zweck dieses Dokuments ist es, eine Liste der wichtigsten Inhalte von Biomasse-Schulungen zusammenzustellen. Um Biomasseheizanlagen (für Pellets, Hackschnitzel und Scheitholz) qualitativ hochwertig installieren und warten zu können, müssen Installateure gut ausgebildet werden. Diese Liste soll helfen, die Qualität und Akzeptanz von Biomasseheizanlagen in ganz Europa zu erhöhen. Das Dokument unterstützt die Vorbereitung von Schulungen und Lehrplänen und bildet die Grundlage für Zertifizierungsprogramme, sowie für die Akkreditierung von Schulungseinrichtungen nach ISPQ.

Die Schulungsinhalte wurden, bezogen auf ihre Priorität, in drei Klassen eingeteilt: **Kritisch** sind alle Inhalte, die eine sehr hohe Priorität haben. Diese werden von allen Installateuren, die eine Biomasseschulung besucht haben, vorausgesetzt. Es handelt sich dabei um Themen, die die Sicherheit betreffen, sowie um Themen, die starke Konsequenzen für die Qualität der Anlagen und ein hohes Fehlerrisiko aufweisen. Inhalte mit der Prioritätsstufe **Sehr wichtig** werden von allen qualifizierten Installateuren erwartet. Das Fehlerrisiko dieser Inhalte ist als ‚mittel bis hoch’ einzuschätzen. **Wichtig** sind alle Inhalte, die zwar von allen qualifizierten Installateuren erwartet werden, deren Auswirkungen im Falle eines Fehlers oder Nicht-Beachtung nur gering sind.

Um eine geplante Schulung besser vorbereiten zu können, wurde für jeden Inhaltspunkt aufgeführt, ob es sich um Inhalte der **Theorie** oder der **Praxis** handelt. Dabei hängt die praktische Ausbildung stark von Umfang und Konzept des spezifischen Trainingskurses ab. Da Überschneidungen möglich sind, zeigt dieses Dokument lediglich auf, ob die 17 Hauptkategorien vorwiegend von theoretischer oder von praktischer Natur sind.



1. Umwelt und Ökologie

Theorie

Aufgrund der steigenden Öl- und Gaspreise, sowie des zunehmenden Umwelt- und Klimabewusstseins in der Bevölkerung kommen heute Biomasseheizanlagen verstärkt zum Einsatz. Ein Installateur von Biomasseheizanlagen sollte Kenntnisse zu folgenden Themen besitzen:

Inhalt	Priorität
Globale Klimasituation	*Wichtig*
Weltweite Energiesituation: Energieverbrauch, Prozentualer Energieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung	*Wichtig*
Fossile Ressourcen: Öl, Gas, Kohle, Kernenergie (Uran)	*Wichtig*
Probleme von fossilen Energieträgern: Emissionen, Klimawandel, CO_2, Treibhauseffekt	*Wichtig*
Biomasseressourcen und erneuerbare Energien: Biomasse, Solarthermie, Photovoltaik, Wasserkraft, Windenergie	*Wichtig*

2. Marketing

Theorie

Im Bereich Marketing und für ein professionelles Auftreten im Verkaufsgespräch müssen Installateure für Biomasseheizsysteme mit folgenden Inhalten vertraut sein:

Inhalt	Priorität
Argumente für das Heizen mit Biomasse: die besten Argumente um Konsumenten von erneuerbaren Energien und im Speziellen vom Heizen mit Biomasse zu überzeugen	*Kritisch*
Werbung: wie kann Werbung für Biomasseheizanlagen betrieben werden? Welche Zielgruppen können angesprochen werden?	*Sehr wichtig*
Derzeitige Marktsituation im Bereich Heizen mit Biomasse: Angebot und Nachfrage, Hersteller, Brennstoffhersteller	*Wichtig*
Überblick über die Kosten und die Wirtschaftlichkeit von Biomasseheizanlagen und im Vergleich dazu von Heizanlagen mit fossilen Brennstoffen	*Sehr wichtig*
Wie sehen Verträge mit den Auftraggebern aus (Pflichten und Rechte)?	*Kritisch*

3. Biomasse - Charakteristika und Verbrennung

Theorie

Viele komplexe Faktoren tragen zum Funktionieren von Biomasseheizanlagen bei. Um gute Kenntnisse der Verbrennung von Biomasse zu besitzen, muss der Installateur folgende Inhalte kennen:

Inhalt	Priorität
Holzeigenschaften: Holzart, Brennwert	*Sehr wichtig*
Wassergehalt im Holz, Trocknung	*Sehr wichtig*
Brennstoffformen: Hackschnitzel, Briketts, Pellets, Scheitholz	*Sehr wichtig*
Andere Biomasse als Energieträger: Stroh, Getreide, Biogas, Biotreibstoff	*Wichtig*
Verbrennungsprozess: Verbrennungsphasen	*Wichtig*
Emissionsprozess, Luftüberschuss, Lamda, Luftverhältniszahl, Luftbedarf	*Sehr wichtig*
Wirkungsgrade der Verbrennung und des gesamten Heizsystems	*Sehr wichtig*

4. Einführung - Biomasseheizanlagen

Theorie

Eine Einführung zum Thema Biomasseheizsysteme sollte folgende Inhalte behandeln:

Inhalt	Priorität
Verschiedene Biomasseheizsysteme	*Sehr wichtig*
Komponenten von Biomasseheizanlagen und deren Installation, Dimensionierung und Wartung	*Wichtig*
Heizsysteme für Scheitholz: Vor- und Nachteile, verschiedene Ausführungen, Öfen, Kessel	*Sehr wichtig*
Heizsysteme für Hackschnitzel: Vor- und Nachteile, Hackschnitzellager, automatische Beschickungsanlage, unterschiedliche Ausführungen, bauliche Anforderungen an das Gebäude	*Sehr wichtig*
Heizsysteme für Pellets: Vor- und Nachteile, Pelletlager, automatische Beschickungsanlage, unterschiedliche Ausführungen, bauliche Anforderungen an das Gebäude	*Sehr wichtig*
Kombinationen mit anderen (erneuerbaren) Technologien, z.B. Sonnenkollektoren	*Wichtig*

5. Systemkosten, Finanzierung, Förderungen

Theorie

Eines der häufigsten Argumente gegen das Heizen mit Biomasse ist der Glaube, dass Biomasseheizsysteme teurer sind als Heizanlagen mit herkömmlichen Brennstoffen. Um dies zu widerlegen oder zu entkräften ist es notwendig, dass der Installateur detaillierte Kenntnisse besitzt bezüglich Kosten und Finanzierung, sowie der Fördermöglichkeiten von Biomasseheizanlagen.



Inhalt	Priorität
Aktuelle Brennstoffkosten, Kosten für verschiedene Kessel und Komponenten, Installationskosten, Wartungskosten	*Kritisch*
Kosten- und Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen Biomasseheizsystemen und Heizsystemen mit fossilen Brennstoffen, Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung	*Sehr wichtig*
Spezielle Finanzierungsangebote von Herstellern (z.B. Contracting, Leasing)	*Sehr wichtig*
Bankkredite (Voraussetzungen, Schwierigkeiten)	*Wichtig*
Nationale Förderungen (Höhe, Voraussetzungen, Anträge)	*Sehr wichtig*
Regionale und lokale Förderungen (Höhe, Voraussetzungen, Anträge)	*Wichtig*

6. Arbeitssicherheit und gesetzliche Rahmenbedingungen

Theorie und Praxis

Der Installateur muss die Gesetze und Bestimmungen beachten, um Systemfehler zu vermeiden und Sicherheitsstandards gewährleisten zu können:

Inhalt	Priorität
Arbeitssicherheit für den Installateur: Ordnung und Sicherheit am Arbeitsplatz	*Kritisch*
Relevante Gesetze, die die Installation betreffen	*Wichtig*
Baurecht und Gebäudevoraussetzungen	*Wichtig*
Anforderungen an die Biomasse: Definition verschiedener Biomassetypen, DIN-Normung, Brennstoffreinheit, Labels	*Wichtig*
Brandschutzanforderungen: Brennstofflager, Feuerlöschsysteme	*Kritisch*
Vermeidung von Gesundheitsschäden für den Installateur und für den Konsumenten	*Sehr wichtig*
Lärmschutz	*Sehr wichtig*
Emissionsgrenzwerte	*Sehr wichtig*

7. Brandschutz

Theorie und Praxis

Gefahren, die von Biomasseheizsystemen ausgehen, müssen vermieden werden. Das Image von Biomasseheizanlagen kann im Falle von Störungen und Unfällen beschädigt werden. Deshalb ist der Brandschutz ein wichtiges Thema und der Installateur muss folgendes berücksichtigen:

Inhalt	Priorität
Anforderungen an die Brennstofflagerung	*Kritisch*
Vorsichtsmaßnahmen während der Befüllung (Pellets)	*Kritisch*
Anforderungen an den Kamin: Rauchzug	*Kritisch*



Anforderungen an den Kessel: Rückbrandschutz, Sicherheitswärmetauscher	*Kritisch*
Anforderungen an das Brennstofflager (Verpuffungsgefahr, Selbstentzündung)	*Kritisch*
Erdung aller elektrisch aufladbaren Materialien im Pelletlager (Saugrohr, Befüllungsstutzen, Prallschutzmatte)	*Kritisch*
Sicherheitsabstände des Kessels zu den Wänden und zu anderen Installationen	*Kritisch*

8. Gebäudebegutachtung

Theorie und Praxis

Eine eingehende Begutachtung des Gebäudes ist die Grundlage für eine funktionierende Anlage. Ein Installateur von Biomasseheizanlagen sollte Kenntnisse zu folgenden Themen besitzen:

Inhalt	Priorität
Bestimmung der Gebäudeeigenschaften: Wärmebedarf pro m², Raumtemperaturen, Wärmespeichervermögen	*Sehr wichtig*
Ermittlung des Warmwasserbedarfs anhand der Bewohneranzahl und deren Verhalten	*Wichtig*
Beurteilung der Eignung des Gebäudes für eine Biomasseheizanlage	*Sehr wichtig*
Zustandseinschätzung des existierenden hydraulischen Systems (bei alten Häusern) und dessen Eignung für Biomasseheizsysteme	*Sehr wichtig*
Berücksichtigung aller möglichen erneuerbaren Wärmequellen: Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpe	*Wichtig*
Entscheidung welche Heizform für das Haus die beste ist, zusammen mit dem Hausbesitzer	*Wichtig*
Entscheidung welches Wärmeverteilungssystem das beste für das Haus ist, zusammen mit dem Hausbesitzer	*Wichtig*
Ermittlung der besten Örtlichkeit für den Biomasse-Kessel und für die Brennstofflagerung	*Sehr wichtig*
Berücksichtigung spezieller Kundenwünsche	*Wichtig*
Identifizierung von spezifischen Sicherheitsrisiken	*Kritisch*
Identifizierung technischer und gesetzlicher Grenzen	*Wichtig*

9. Planung der Biomasseheizanlage

Theorie

Der Installateur muss abwägen können, welcher Kesseltypen für die gegebene Situation am besten geeignet ist. Für die detaillierte Planung der Biomasseheizanlage der Installateur muss der Installateur folgendes berücksichtigen:

Inhalt	Priorität
Entscheidung (mit dem Hausbesitzer) welches Biomasseheizsystem für die gegebene Situation am besten geeignet ist: Hackschnitzel-, Pellet- oder Scheitholzanlage	*Sehr wichtig*
Planung des Kamins (für bestehende Gebäude: Entscheidung, ob Kamin saniert werden muss)	*Kritisch*
Planung der Art und Größe des Brennstofflagers	*Kritisch*



Abstimmung mit der Baubehörde, Antrag der Baugenehmigung	*Sehr wichtig*
Einschätzung von Arbeitszeit, Material und Werkzeug	*Sehr wichtig*
Begutachtung aller Systemkomponenten auf Vollständigkeit und Funktionalität vor der Installation	*Kritisch*
Festlegung von Installationsschritten um Zeit und Material zu sparen	*Sehr wichtig*

10. Anlagendimensionierung

Theorie

Nach der Auswahl für ein bestimmtes System muss der Installateur typische Materialien, Werkzeuge und Komponenten (z.B. den Kessel, den Pufferspeicher, das hydraulische System und den Kamin) für das Biomasseheizsystem bestimmen können:

Inhalt	Priorität
Einschätzung des täglichen Heiz- und Warmwasserbedarfs und Auswahl des dazu passenden hydraulischen Systems	*Sehr wichtig*
Anlagendimensionierung spezifisch für eine Pelletheizung	*Sehr wichtig*
Anlagendimensionierung spezifisch für eine Scheitholzheizung, bzw. Hackschnitzelheizung	*Sehr wichtig*
Anlagendimensionierung für eine kombinierte Anlage aus Biomasseheizung und Solarthermie	*Wichtig*

11. Installation des Biomassekessels

Theorie und Praxis

Die Installation des Biomassekessels hängt von der Art des Kessels und vom Hersteller ab (manche Hersteller installieren ihre Kessel selbst). Der Installateur muss einen Biomassekessel installieren können.

Inhalt	Priorität
Bestimmung des geeigneten Platzes für den Kessel	*Sehr wichtig*
Überprüfung, ob Sicherheitsbestimmungen (Sicherheitsabstände zu den Wänden) erfüllt sind	*Kritisch*
Anschluss des Kessels mit der Hydraulik	*Sehr wichtig*
Elektrischer Anschluss des Kessels	*Sehr wichtig*
Installation von Kontroll- und Automatisierungssystemen	*Sehr wichtig*
Anschluss des Kessels mit dem Kamin	*Sehr wichtig*
Kesselinstallation, dass später keine Lärmbelästigung auftritt	*Sehr wichtig*
Installation von Sicherheitsmechanismen (Feuerlöschsystem, Rückbrandsicherung)	*Kritisch*
Beachtung der spezifischen Anweisungen der Bedienungsanleitung	*Sehr wichtig*

12. Errichtung des Biomasselagers

Theorie und Praxis

Die Art der Brennstofflagerung hängt hauptsächlich von der Art des Kessels und damit der Brennstoffart ab. Nach der Auswahl der Kesselart sollte der Installateur für die Errichtung des Biomasselagers mit folgenden Inhalten vertraut sein:

Inhalt	Priorität
Ermittlung der Art der Biomasselagerung: Lagerung im speziellen Lagerraum, in Vorratstanks (z.B. im Pellet-Sack), in Bodentanks	*Sehr wichtig*
Ermittlung des geeigneten Orts für den Vorratstank / Lagerraum	*Sehr wichtig*
Aufstellung des Vorratstanks (für Pellets)	*Sehr wichtig*
Errichtung eines Lagerraums (für Pellets): Installation der geerdeten Befüllungsstutzen, einer luftdichten Zugangstüre, der schrägen Böden, der Beschickungsanlage (Saugrohr, bzw. Förderschnecke) und der Prallschutzmatte	*Kritisch*
Errichtung eines Lagerraums (für Hackschnitzel): Installation der Zugtangstüre, der Hackschnitzel-Beschickungsanlage (Federarmsystem, Schubbodensystem, Förderschneckensystem)	*Kritisch*
Berücksichtigung dass der Boden und die Wände nur einen bestimmten Druck des vollen Tanks aushalten (Pellets oder Hackschnitzel)	*Kritisch*
Installation der Verbindung zwischen Lagerraum und Kessel	*Sehr wichtig*
Installation von Sicherheitsmechanismen (Feuerlöschsystem, Rückbrandsicherung)	*Kritisch*
Angaben, wie Scheitholz am besten gelagert werden kann	*Sehr wichtig*

13. Anforderungen an den Kamin

Theorie und Praxis

Neben Kenntnissen über Kesseltyp und Lagerraum muss der Installateur ein fundiertes Wissen über den Kamin haben:

Inhalt	Priorität
Entscheidung, ob der existierende oder geplante Kamin für das gesamte System geeignet ist	*Sehr wichtig*
Erkennen von Mängeln und Schäden existierender Kamine und Einschätzung der Notwendigkeit für eine Sanierung	*Kritisch*
Beratung über Methoden der Kamin-Sanierung	*Sehr wichtig*
Verbindung des Kessels mit dem Kamin	*Kritisch*
Wissen über Rauchzug, Luftüberschuss, Luftdruck, Lamda, Emissionswerte, Taupunkt	*Sehr wichtig*

14. Installation des hydraulischen Kreislaufs

Theorie und Praxis

Der Installateur muss die Art und Größe des hydraulischen Kreislaufs auswählen. Deshalb muss er folgende Kenntnisse besitzen:



Inhalt	Priorität
Berechnung des Gebäudeenergiebedarfs nach nationalem und Europäischem Standard	*Sehr wichtig*
Berechnung des Gebäudeheizbedarfs für verschiedene typische Gebäudetypen pro m²	*Kritisch*
Abstimmung des hydraulischen Kreislaufs auf den Kessel	*Kritisch*
Installation von Sicherheitsvorrichtungen (Überdruckventil, Sicherheitsventil, Manometer, Thermometer, Temperaturkontrolle)	*Kritisch*
Fußbodenheizungssysteme: Vor- und Nachteile, unterschiedliche Verlegungsarten (nass, trocken), hydraulischer Anschluss, Verlegung der Rohre, Oberflächentemperaturen	*Sehr wichtig*
Wandheizung: Vor- und Nachteile, hydraulischer Anschluss, Verlegung der Rohre, Oberflächentemperaturen	*Sehr wichtig*
Heizkörper: Vor- und Nachteile, hydraulischer Anschluss	*Sehr wichtig*
Warmwasserproduktion mit Biomassekesseln: Mögliche Systeme, verschiedene Temperaturen, Kalkausfall, Legionellenvorbeugung	*Sehr wichtig*
Puffertank: wann wird ein Puffertank benötigt und warum, Dimensionierung	*Kritisch*
Hydraulische Integration: Typische hydraulische Kreisläufe für unterschiedliche Biomassekessel (Rücklaufanhebung, Bodenheizung, Heizkörper, kontrollierte Lüftung, Warmwasserbereitung, Puffertank, Integration von Solarthermie)	*Kritisch*
Hydraulische Kreisläufe für Mikronetze (2-8 Haushalte)	*Wichtig*

15. Anlagenüberprüfung

Theorie und Praxis

Nachdem eine Biomasseheizanlage installiert wurde muss der Installateur die Anlage überprüfen. Für einen System-Check muss der Installateur folgendes können:

Inhalt	Priorität
Erkennen jeglicher Mängel und Schäden an Materialien, Installationen, Funktionen der gesamten Anlage	*Kritisch*
Sicherstellung, dass der Brandschutz garantiert ist	*Kritisch*
Sicherstellung, dass das Beschickungssystem (z.B. Schneckenfördersystem) ohne Probleme funktioniert	*Kritisch*
Sicherstellung, dass die Luftzufuhr ausreichend ist	*Kritisch*
Sicherstellung, dass der Kamin gut funktioniert (Rauchzug)	*Kritisch*
Sicherstellung, dass der Kessel sicher und gut funktioniert	*Kritisch*
Sicherstellung, dass das hydraulische System und die Rohrleitungen funktionieren	*Kritisch*
Sicherstellung, dass die elektrische Installation korrekt durchgeführt wurde	*Kritisch*
Sicherstellung, dass das Kontrollsystem funktioniert	*Kritisch*
Sicherstellung, dass das Anlaufen und das Herunterfahren der Anlage funktioniert	*Kritisch*
Messung und Sicherstellung der gesamte System-Funktionalität, Bekanntgabe der offiziellen Inbetriebnahme	*Kritisch*
Dokumentation der System-Inbetriebnahme (z.B. aller durchgeführten Tests)	*Kritisch*



16. Einweisung und Garantie

Theorie und Praxis

Um Bedienungsfehler zu vermeiden muss der Installateur den Besitzer der Biomasseheizanlage einweisen können:

Inhalt	Priorität
Demonstration der Funktionalität des Systems (dem Besitzer)	*Kritisch*
Erklärung des An- und Ausschaltprozesses der Anlage	*Kritisch*
Erklärung von einfachen Wartungs- und Diagnosearbeiten	*Kritisch*
Erklärung der Beschilderung und der Labels	*Wichtig*
Demonstration von Sicherheitsvorkehrungen	*Kritisch*
Vervollständigung und Überreichung einer Dokumentationsmappe an den Besitzer	*Sehr wichtig*
Besprechung mit dem Besitzer der Garantien für die System-Komponenten	*Wichtig*
Beratschlagung über geeignete Brennstoffe	*Sehr wichtig*

17. Wartung der Biomasseheizanlage

Theorie und Praxis

Aufgrund von Garantien und Service-Verträgen muss der Installateur folgendes können:

Inhalt	Priorität
Identifizierung von System-Komponenten, die ein Sicherheitsrisiko darstellen	*Kritisch*
Stellen von Fehlerdiagnosen	*Wichtig*
Auswahl und Bedienung von Geräten und Materialien, die zur Wartung und zur Fehlersuche benötigt werden	*Kritisch*
Interpretation von Gebrauchsanweisungen und Zeichnungen, um Wartungs- und Reparaturarbeiten durchführen zu können	*Sehr wichtig*
Festlegung von Kontrollpunkten für Monitoring, Wartung und zur Fehlersuche	*Sehr wichtig*
Bedienung von computergestützten Kontrollsystemen	*Sehr wichtig*
Entdeckung von Probleme durch Auswertungsergebnisse	*Sehr wichtig*
Festlegung des notwendige Wartungs-Intervalls (nach der Gebrauchsanweisung)	*Sehr wichtig*
Unterhaltung eine Datenbank mit Informationen über alle installierte Anlagen	*Wichtig*



1.Informationsquellen

1.1. Weiterführende Literatur

Ergänzend zum vorliegenden Handbuch wird folgende Literatur empfohlen. Dabei sind besonders die Materialien der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) besonders empfehlenswert. Sie stehen im Internet unter www.fnr.de zum Download zur Verfügung, können aber auch kostenfrei bei der FNR bezogen werden.

Titel	**Jahr**	**Herausgeber / Autor**
Leitfaden Bioenergie – Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen	2000 aktualisiert	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Marktübersicht Pellet-Zentralheizungen und Pelletöfen	2005 3. Aufl.	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Holzpellets - komfortabel, effizient, zukunfts-sicher	2005 4.Auflage	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Heizen mit Holz, Technik, Brennstoffe, Förde-rung	Flyer	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Basisdaten Bioenergie Deutschland Stand: August 2005	2005	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen	2003 1.Auflage	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Marktübersicht Scheitholzvergaserkessel/ Scheitholz-Pellet-Kombinationskessel (2004)	2004 4.Auflage	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Energie aus Biomasse	2002	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) (kostenlos; Auch download unter www.fnr.de)
Leitfaden Bioenergieanlagen		J.K. Dobelmann; Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS)
Holzpellet-Heizungen Planung, Installation, Betrieb	3. Auflage 2006	Thomas Holz; Ökobuch-Verlag

1.2. Linksammlung

1.2.1 Allgemeine Informationen

www.ag-energiebilanzen.de	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
www.bayerischerbauernverband.de	Bayerischer Bauernverband e.V.
www.biomasseverband.at	Österreichischer Biomasseverband
www.dena.de	Deutsche Energieagentur
www.earth-net.info	EARTH - Projekthomepage
www.energiekrise.de	
www.env-it.de/umweltdaten	Umweltbundesamt Deutschland – Umweltdaten Deutschland
www.sonnenseite.com	
www.ssh-innung-muenchen.de	Innung Spengler, Sanitär- und Heizungstechnik München
www.treibhauseffekt.com	
www.wip-munich.de	WIP Energie und Umwelt

1.2.2 Regelwerke

www.beuth.de	Gesetze / Verordnungen
www.bmu.de	Gesetze / Verordnungen
www.bpy.uni-kassel.de	EnEV (Energieeinsparverordnung), Berechnungsprogramm
www.bundesgesetzblatt.de	Gesetze / Verordnungen
www.din.de	DIN Normen
www.dvgw.de	Gesetze / Verordnungen
www.enev.de	EnEV (Energieeinsparverordnung)
www.enev-online.de	EnEV (Energieeinsparverordnung)
www.gesetze-im-internet.de	Gesetze / Verordnungen
www.haustechnikdialog.de	EnEV (Energieeinsparverordnung)
www.schornsteinfeger.de	Zentralinnungsverband ZIV
www.schornsteinfeger-net.de	Zentralverband Deutscher Schornsteinfeger ZDS
www.schornsteinfegermeister.de	Gesetze / Verordnungen



www.shk.de	SHK- Branchenverzeichnis
www.umwelt-online.de	Gesetze / Verordnungen
www.zentralheizung.de	Gesetze / Verordnungen
www.zentralverband-shk.de	SHK- Zentralverband

1.2.3 Biomasse (und Solarenergie)

www.aee.at	Informationen zu Solarenergie
www.baulinks.de	
www.bio-brennstoffe.at	Informationen zu Holzbrennstoffen (Fa. Pellis)
www.bio-energie.de	
www.biomasse-info.net	Allgemeine Information zu Biomasse (BIZ)
www.blt.bmlf.gv.at	Landtechnik Wieselburg (Prüfberichte)
www.carmen-ev.de	Information zu Pelletbezugsquellen und Förderung
www.depv.de	Deutscher Energie und Pelletverband
www.dfs.solarfirmen.de	Informationen zu Solarenergie
www.dgs.org	Informationen zu erneuerbarer Energie (auch Biomasse)
www.energieholzboerse.de	Infos zu Herstellern von Anlagen und Brennstoff
www.energiepellets.de	Informationen zu Holz-Pellets (Fa. Ökofen)
www.energytech.at	Informationen zu erneuerbarer Energie (auch Biomasse)
www.fnr.de	Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe
www.holzbrennstoffe.de	Holzbrennstoffe vom Biomassehof Allgäu
www.holzpellets.at	Informationen zu Herstellern von Anlagen und Brennstoff
www.holzenergie.ch	Informationen, Publikationen zum Bau von Anlagen
www.holzenergieforum.com	Informationen zu Holz-Pellets
www.nachwachsende-rohstoffe.de	
www.pelletsverband.at	Informationen zu Holz-Pellets
www.proschornstein.de	Herstellerverzeichnis Schornsteine, Informationen Förderung
www.regionalenergie.at	Informationen zu Biomasse-Kesselherstellern und Mikronetzen
www.solar-na-klar.de	Informationen zu erneuerbarer Energie (auch Biomasse)
www.solar-server.de	Informationen zu Solarenergie – Branchenverzeichnis
www.tfz.bayern.de	Technologie und Förderzentrum Straubing

1.2.4 Förderung

www.bafa.de	Information zu Marktanreizprogramm des Bundes-amts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
www.bmwi.de	Information zu Förderung
www.carmen-ev.de	Information zu Pellet-Bezugsquellen und Förderung in Bayern
www.dgs.org	Information zu Förderung
www.kfw.de	Informationen zu KFW (Kredit für Wiederaufbau) Förderung
www.tfz.bayern.de	Information zu Förderung



1.3. Herstellerverzeichnis

1.3.1 Kessel

Hersteller / Vertrieb	Produkt	Internet	Straße	PLZ	Ort	Tel
Anton Eder GmbH	H P	www.eder-heizung.at	Weyerstr. 350	A-5733	Bramberg	0043 6566 7366
ARCA Heizkessel GmbH	P	www.arca-heizkessel.de	Sonnenstraße 9	91207	Lauf a. d. Pegnitz	09123 84 58 1
Atmos	P	www.atmos.cz	Velenskeho 487	CZ-29421	Bela pod Bezde-zem	00420 326 701404
Axiom	P	www.axiom-wt.de	Antdorferstr. 2	D-82362	Weilheim	0881 9279194
Baxi	H P G	www.baxi.dk	Smedevej	DK-6880	Tarm	0045 97 37 24 34
BBT Thermotechnik GmbH Buderus Deutschland	P	www.heiztechnik.buderus.de	Sophienstrasse 30-32	D-35576	Wetzler	06441 418 0
BBT Thermotechnik GmbH Junkers Deutschland	P	www.junkers.com	Junkersstr.20-24	D-73249	Wernau	01803 337333
BGF Heizsysteme GmbH	P	www.bgf.at	Oberfeistritz 9	A-8184	Anger	0043 3175 30088
BHSR Energie- und Umwelttechnik	S H		Industreistr. 1	D - 32699	Extertal-Silixen	05751 44035

Binder Maschinenbau und Handeles-gesmbH	H	www.binder-gmbh.at	Grazer Vorstadt 120 b	A-8570	Voitsberg	0043 3142 22544
Bioflamm WVT	S H	www.bioflamm.de	Bahnhofstr. 55-59	D-51491	Overath Unte-reschbach	02204 9744 0
Biokompakt – Firma Gerlinger	P		Froschau 79	A-4391	Waldhausen	0043 7260 4530
Biotech GmbH	P	www.biotech.or.at	Industriestr. 3	D-83395	Freilassing	08654 494691
Biotherm Fa. Elmar Pfeifer	P	www.pelletheizung.de	Vogelsangweg 9	D-88348	Bad Saulgau	07581 527070
Buderus Heiztechnik	P	www.buderus.at www.heiztechnik.buderus.de	Sophienstr. 30-32	D-35576	Wetzlar	06441 41 80
Calimax Entwicklungs- und Vertriebs GmbH	P	www.calimax.com	Bundesstr. 102	A-6830	Rankweil	0043 5522 83677
Carl Capito Heiztechnik GmbH	P	www.capito-heiztechnik.de	Mühlenbergstraße 12	D-57290	Neukirchen	02735 760 242
CTC Heizkessel	S	www.ctc-heizkessel.de	Friedhofsweg 8	D-36381	Schlüchtern-Wallroth	06661 4697
DanTrim Energi ApS	S H P	www.dantrim.com	Islandsvej 2	DK-7480	Vildbjerg	0045 97 133400
De Dietrich Heiztechnik Vertriebs GmbH	P S	www.dedietrich.de	Rheiner Straße 151	48282	Emsdetten	02572 235

EcoTec	P	www.ecotec.net	Hedbovägen 2	SE-51102	Skene	0046 320 181 40
Elco Klöckner	S	www.elco-kloeckner.de	Hohenzollnerstr. 31	D-72379	Hechingen	07471 187 0
Endreß Metall und Analgenbau GmbH	H		Postfach 1141	D-91533	Rothenburg	09861 3294
EN-TECH Energietechnikproduktion GmbH	P	www.en-tech.at	Energieplatz 1	A-9300	St. Veit-Glan	0043 4212 72299 0
Erwin Graner Kesselbau	P	www.graner-kesselbau.de	Holderäkkerstr. 3	D-70839	Gerlingen	07156 21058
ETA Heiztechnik GmbH	S	www.eta-heiztechnik.at	Trattnach 76	A-4715	Taufkirchen	0043 7734 2288
Ferro Wärmetechnik	S	www.ferro-waermetechnik.de	Am Kiefernschlag 1	D-91126	Schwabach	09122 9866 0
Fischer Heiztechnik Günzburg GmbH & Co.KG	S P	www.fischer-heiztechnik.de	Heidesheimer Straße 63	D-89312	Günzburg	08221 901938
Fritz Grimm	P	www.grimm-heizung.de	Bäumlstr. 26	D-92224	Amberg	09621 81267
Fröling Heizkessel- und Behälterbau GmbH	S H P	www.froeling.com	Industriestraße 12	A-4710	Grieskirchen	0043 7248 606
Gebe-Strebel GmbH	S P	www.strebel.at	Wiener Strasse 118	A-2700	Wiener Neustadt	0043 2622 23555
Georg Fischer GmbH	P	www.fischer-heiztechnik.de	Heidenheimer Str. 63	D-89312	Grünzburg	08221 9019 0

Gerko Apparatebau GmbH & Co.KG	P	www.gerko.de	Zum Hilhenbrink 50	D-48336	Sassenberg	02583 93090
Gerlinger Bioheiztechnik GmbH	H P	www.biokompakt.com	Froschau 79	A-4391	Waldhausen	0043 7418 4530
Gilles Produktion und Handel GmbH	S P	www.gilles.at	Koaserbauerstr. 16	A-4810	Gmunden	0043 7612 77577-0
Guntamatic Heiztechnik GmbH	S P	www.guntamatic.com	Bruck Waasen 7	A-4722	Peuerbach	0043 7276 24410
Hargassner GesmbH	H P	www.hargassner.at	Gunderding 8	A-4952	Weng	0043 7723 5274
HDG Bavaria Kessel- und Apparatebau GmbH	S H P	www.hdg-bavaria.de	Siemensstraße 6	D-84323	Massing/Rott	08724 897-0
Heitzmann AG Energietechnik	S	www.heitzmann.ch	Gewerbering	CH - 6105	Schachen	0041 41 497 30 20
Heizomat-Gerätebau GmbH	H P	www.heizomat.de	Maicha 21	D-91710	Gunzenhausen	09836 97970
Herlt	S	www.herlt-holzheizung.de	Warenshöfer Weg 2	D-17194	Vielist	03991 167995
Herz Armaturen GesmbH Feuerungs-technik	H P	www.herz-feuerung.com www.feuerung.com	Sebersdorf 138	A-8272	Sebersdorf	0043 3333 2411-0
Hestia Service GmbH	H	www.hestia.de	Kappelstrasse 12	D 86510	Ried b. Mering	08208 - 1264
Hoval-Hagenberger GmbH	S P	www.hoval.de	Freiherr von Stein Weg 15	D-72108	Rottenburg am Neckar	0180 5016325
HS-Tarm	P	www.baxi.dk	Sandstr. 30	D-04860	Torgau	03421 902611



Kalkgruber Solar und Umwelttechnik GmbH, Prüller Heiztechnik	P H	www.kalkgruber.at	Graben 6	A-4421	Aschach	0043 7259 50 02 - 0
Köb & Schäfer KG	S H	www.koeb-schaefer.com	Flötzbachstr. 33	A-6922	Wolfurt	0043 5574 6770-0
Kohlbach Heizkesselbau	H	www.kohlbach.at	Grazerstraße 89	A-9400	Wolfsberg	0043 4352 2157
Künzel GmbH & Co.	P H	www.kuenzel.de	Ohlrattweg 5	D-25497	Prisdorf	04101 7000 0
KWB Kraft & Wärme aus Biomasse GmbH	H P	www.kwb.at	Raab 235	A-8321	St.Magarethen	0043 3115 61160
Liebi LNC AG	P	www.liebilnc.ch	Burgholz	CH-3753	Oey-Diemtigen	0041 33 681 2781
Lohberger Heiz- und Kochgeräte GmbH	S Ha P	www.lohberger.com	Postfach 90	A-5230	Mattighofen	0043 7742 5211-0
Lopper Kesselbau GmbH	S	www.lopper.ch	Rottenburger Str. 7	D-93352	Rohr/Alzhausen	08783 96850
Mawera GmbH&Co. KG	H	www.mawera.at	Neulandstraße 30	A-6971	Hard/Bodensee	0043 5574 74301
MHG Heiztechnik GmbH	P	www.mhg.de	Rossweg 6	20457	Hamburg	040 7409 167
Nolting GmbH	P	www.gustav-nolting-gmbh.de	Wiebuschstraße 15	D-32760	Detmold	05231 95550
Ökofen Forschungs- und Entwicklungs GesmbH	P	www.pelletsheizung.at	Mühlgasse 9	A-4132	Lembach	0043 7286 7450



Ökotherm GmbH	S H P G	www.oekotherm.de	Träglhof 2	D-92242	Hirschau	09608 9200 - 11
Optima Haustechnik GmbH	S	www.optima-haustechnikgmbh.de	Friedrich Engelsstraße 31	D-98617	Untermaßfeld	036949 4810
P & H Energy ApS	P	www.ph-energy.dk	Björnevej 8	DK-7800	Skive	0045 7023 8811
Paradigma - Ritter Energietechnik- und Umwelttechnik	P	www.paradigma.de	Ettlingerstr. 30	D-76307	Karlsbad	07202 922-0
Pelletheiztechnik GmbH	P	www.pelletheiztechnik.at	Brunngasse 62/1	A-2170	Poysdorf	0043 2552 20024
Pellx Innovative Heiztechnik	P	www.pellx.net	Theodor Neuting Straße 37	D-28757	Bremen	0421 654400
Perhofer Bio-Heizungs-Ges.mbH & Co KG	H P	www.perhofer.at	Waisenegg 115	A-8190	Birkfeld	0043/3174/3705
Pöllinger Heizungstechnik	S H P	www.poellinger.at	Geroldstr. 12	A-3385	Gerersdorf	0043 2749 8684
Polytechnik	H	www.polytechnik.com	Fahrafeld 69	A-2564	Weissen-bach/Triesting	0043 2674 8125 30
Pro solar Energietechnik GmbH	P	www.pro-solar.de	Kreuzäcker 12	D-88124	Ravensburg	0049 731 3610 0
Prüller Heizkessel Technik			Hinstein 69	A-4463	Großraming	0043 7254 7311
Reka	Pe, Str	www.reka.com	Vestvej 7	DK-9600	Aars	0045 9862 4011



Rendl Heizkessel	H		Friedrich List Str. 84	D-81377	München	089 718555
Rennergy Systems AG Energie und Umweltkonzepte	P	www.rennergy.de	Einöde 50	D-87474	Buchenberg	08378 9236 0
RIKA	S	www.rika.at	Müllviertel 20	A-4563	Michldorf	0043 7582 686 - 0
SBS Heizkessel	S	www.sbs-heizkessel.de	Carl-Benz-Str. 17-21	D-48268	Greven	02575 308 0
Schmid AG Heizkesselbau	H	www.holzfeuerung.ch	Im Riet	CH-8360	Eschlikon	0041 71 973 7367
SHT Heiztechnik aus Salzburg GmbH	S H P	www.sht.at	Rechtes Salzachufer 40	A-5101	Salzburg	0043 662 450 444
SOLARFOCUS Kalkgruber Solar und Umwelttechnik GmbH	P	www.solarfocus.at	Werkstr. 1	A-4451	St. Ulrich / Steyr	0043 7252 50002 0
SOLARvent Biomasse-Heizsysteme GmbH	P	www.solarvent-biomasse.de	Aschaffenburger Str. 57	D-63743	Aschaffenburg	06021 4464225
Solution Solartechnik GmbH	P	www.sol-ution.com	Im Öko- und Gewerbezentrum	A - 4560	Kirchdorf	0043 7582 60280
SOLVIS GmbH & Co KG	P	www.solvis.de	Grotrian-Steinweg-Str. 12	D-38112	Braunschweig	0531 28904 0
Sommerauer-Lindner SL-Technik GmbH	H P	www.sl-heizung.at www.heizkessel.at	Trimmelkamm 113	A-5120	St. Pantaleon	0043 6277 7804



Sonnenkraft GmbH	P	www.sonnenkraft.de	Berliner Str. 16a	D-93073	Neutraubling	09401 9232 0
Sonnergie GmbH	P	www.sonnergie.de	Panoramastr. 3	D-72414	Rangendingen-Höfendorf	07478 9313100
Sonnig GmbH	P S	www.sonnig.de	Unterheufeld 20	83043	Bad Aibling	018050766644
Strebelwerk GmbH	P S	www.strebel.at	Wiener Str. 118	A- 2700	Wiener Neustadt	0043 2622 23555 0
THERMOROSSI S.p.A.	P	www.thermorossi.com	Via Grumolo, 4 (Zona Industriale)	I-36011	Arsiero (VI)	0039 0445 741310
Thermostrom Energietechnik GmbH	S		Ennsstr. 91	A-4407	Steyr	0043 7252 38271
Tiba-Müller AG	S P	www.tiba.ch www.tiba.at	Bechburgerstrasse 21	CH-4710	Balsthal	0041 6238 61616
TM-Feuerungsanlagen GmbH	H		Sebersdorf 2	A-8271	Bad Waltersdorf	0043 3333 2155
Ulrich Brunner GmbH	K		Zellhuber Ring 17-18	D-84307	Eggenfelden	08721 7710
Unical Kessel und Apparate GmbH	S		Tafinger Str. 14	D-71665	Vaihingen/Enz	07042 956 0
Urbas Maschinenfabrik	H	www.urbas.at	Billrothstraße 7	A-9100	Vöcklamarkt	'0043 4232 25210
Viessmann Werke GmbH & CoKG	S	www.viessmann.de	Postfach 10	D-35105	Allendorf	06452 702740
VIVA SOLAR Energietechnik GmbH	P	www.vivasolar.de	Otto-Wolff Str. 12	D-56626	Andernach	02632 966 30



W. Zirngibl GmbH	S H		Badstr. 6	D-77855	Achen	07841 3066 7
Wagner & Co. Solartechnik GmbH	P	www.wagner-solartechnik.de	Zimmermannstr. 12	D-35091	Cölbe/ Marburg	06421 80 07 0
WAMSLER Haus- und Küchentechnik GmbH	P	www.wamsler-hkt.de	Gutenbergstr. 25	D-85748	Garching	089 32084-0
Weiss Kessel Anlagen	H	www.weiss-kessel.de	Kupferwerkstr. 6	D-35648	Dillenburg	02771 3932 30
Windhager Zentralheizung AG	S P	www.windhager-ag.at www.windhager.com	Anton-Windhager-Str.	A-5201	Seekirchen	0043 6212 2341-0
Wodtke GmbH	S P	www.wodtke.com	Hirschau Rittweg 55- 57	D-72070	Tübingen	07071 7003- 0
Wolf GmbH	P S	www.wolf-heiztechnik.de	Industriestr. 1	84048	Mainburg	02845 80600
ZWS GmbH	P	www.zws.de	Baerler Str. 21	D-47444	Moers	02844 9886 6

S = Scheitholz, H = Hackgut, P = Pellets, St = Stroh, G = Getreide, K = Kamin- u. Kachelöfen

1.3.2 Speicher

Hersteller / Vertrieb	Internet	Straße	PLZ	Ort	Tel
Austria Email	www.austria-email.co.at	Austriastr. 6	A-8720	Knittelfeld	0043 3512 700 - 0

Carl Capito Heiztechnik GmbH	www.capito-heiztechnik.de	Mühlenbergstr. 12	D-57290	Neunkircken/Siegerl	02735 760-0
Consolar Energiespeicher und Regelungstechnik GmbH	www.consolar.de	Dreieichstr. 48	D-60594	Frankfurt am Main	
Elco GmbH	www.elco.net	Dreieichstraße 10	D-64546	Mörfelden-Walldorf	06105 968 0
Feuron AG	www.feuron.com	Grenzstr. 24	CH-9430	St. Magarethen	0041 71 744 7103
Fröling Heizkessel- und Behälterbau GmbH	www.froeling.com	Industriestraße 12	A-4710	Grieskirchen	0043 7248 606
Gattringer GmbH	www.gattringer.at	Groißgraben 7	A-4360	Grein	0043 7268 7442
HDG Bavaria Kessel- und Apparatebau	www.hdg-bavaria.de	Siemensstraße 6	D-84323	Massing/Rott	08724 897-0
Hoval GmbH	www.hoval.de	Freiherr-vom-Stein-Weg 15	D-72108	Rottenburg/Neckar	07472 163 0
Jenni Energietechnik AG	www.jenni.ch	Lochbachstr. 22	CH-3414	Oberburg bei Burgdorf	0041 34 422 9777
Johann Zimmermann	www.zimmer-kg.de	Max-Prinstner Str. 16	D-92339	Beilngries	08461 1000
MEA Maschinen und Energieanlagen	www.mea-solar.at	Postfach 28	A-4210	Gallneukirchen	0043 7235 3020
Nau GmbH	www.nau-gmbh.de	Naustrasse. 1	85368	Moosburg-Pfrombach	087 62 92 0
Optima Haustechnik GmbH	www.optima-haustechnikgmbh.de	Friedrich Engelsstraße 31	D-98617	Untermaßfeld	036949 4810

Ratiotherm Heizung+Solartechnik GmbH	www.ratiotherm.de	Sudetenstr. 8	D-83278	Traunstein	0861 98687 41
Solar Diamant Solartechnik und Metall-bau GmbH	www.solardiamant.de	Prozessionsweg 40	D-48493	Wettringen	
Teufel und Schwarz GmbH	www.teufel-schwarz.com	Achenweg 3	A-6353	Going	0043 5358 3939
Viessmann Werke	www.viessmann.de	Viessmannstr. 1	D-35107	Allendorf	06452 702533
Windhager Zentralheizung	www.windhager.com	Anton-Windhager-Str.	A-5201	Seekirchen	0043 6212 2341-0

1.3.3 Lagerung

Hersteller / Vertieb	Produkt	Internet	Straße	PLZ	Ort	Tel
Gerlinger Bioheiztechnik	Big Bags; Hack-schnitzel Abdeck-folien	www.biokompakt.com		A-4391	Waldhausen	0043 7418 4530
MAFA i Ängelholm AB	Pellet-Silotechnik	www.mafa.se	Framtidsgatan 3,	SE - 262 73	ÄNGELHOLM	0046 431-445260
Mall Umweltsysteme GmbH	Pellet-Erdtank	www.mall-umweltsysteme.de			Donaueschingen	0771 8005- 0
Nau GmbH	Pellet-Erdtank	www.nau-gmbh.de	Naustrasse. 1	D-85368	Moosburg-Pfrombach	08762 92 0

Schellinger & Co	Pellet-Silotechnik	www.schellinger-kg.de	Schießplatzstr. 1-5	D-88250	Weingarten	0751 56094-0

1.3.4 Nahwärmeleitungen und Übergabestationen

Hersteller / Vertieb	Produkt	Internet/Mail	Straße	PLZ	Ort	Tel
Brugg Rohrsysteme GmbH	NL	www.brugg.de	Adolf Oesterheld-Str. 31	D-31515	Wunstorf	05031-170-0
Danfoss Interservices GmbH	Ü	www.danfoss-sc.de	Carl-Legien-Strasse 8	D-63073	Offenbach	069 8902-470
F+G Fernwärmeübergabestationen	Ü	www.fg-fernwaermestationen.de	Lechstrasse 5	D-71522	Bachnang-Waldrems	07191 9678-0
FeRo Fernwärmegeräte Rabionek GmbH & Co.KG	Ü	www.fero.de	Hertener Strasse 108	D-45892	Gelsenkirchen	0209 99902-0
Ferroli Industrie GmbH	Ü	www.ferroli.de	Kamenzer Str. 35	D-01896	Pulsnitz	035955 800
Gemina-Termix	Ü	www.termix.de	Navervej 15-17	DK-7451	Sunds	0045 97 14 14 44
Gera GmbH	Ü	www.energieversorgung-gera.de	De-Smit Str. 18	D-07545	Gera	0365 856 0
Honeywell AG	Ü	www.honeywell.de	Kaiserleistrasse 39	D-63067	Offenbach	069 8064-0
Iosplus Fernwärmetechnik	NL	www.isoplus.de	Aisinger Straße 12	D-83026	Rosenheim	08031 650 0



Isobrugg Stahlmantelrohr GmbH	NL	www.isobrugg.de	Zum Hämelerwald 21	D-31275	Lehrte-Arpke	0 51 75 92 10-0
Kusimex GmbH	NL	www.kusimex.de	Wipperfürther Straße 29-31	D-51103	Köln	02 21 85 40 71
Lögstör Rör (Deutschland) GmbH	NL	www.logstor.de	Leipziger Straße 130	D-36037	Fulda	0661/9763-0 u. 0461/77305-0

NL = Nahwärmeleitungen, Ü = Übergabestationen

1.3.5 Holzhacker und Sägespaltmaschinen

Hersteller / Verieb	Produkt	Straße	PLZ	Ort	Tel
BGU	Hacker und Sägespaltmaschinen	Helmerstr. 94	D-99734	Nordhausen	03631 6297 0
Binderberger	Sägespaltmaschinen	Am Fillmannsbach 9	A-5144	St. Georgen	0043 7748 8620
Brune	Sägespaltmaschinen	Röthstr. 38	D-31840	Hess Oldendorf	05152 1774
Cramer	Hacker	Postfach 1269	D-26762	Leer	0491 6095 0
Dücker	Scheibenhacker	Wendfeld 9	D-48703	Stadtlohn	02563 9392 0
Einsiedler Forsttechnik	Scheibenhacker	Im Oster Esch 12	D-87787	Wolfertrschwenden	08334 986239
Eschlböck	Scheibenhacker und Trommelhacker, Großhacker		A-4731	Prambachkirchen	0043 7277 2303 0



Geroh	Sägespaltmaschinen	Fischergasse 182	D-91344	Waischenfeld	09202 180
Grimm	Farmi Scheibenhacker, Großhacker	Dieselstr. 3 c	D-59609	Anröchte	02947 9729 0
Einsiedler Forsttechnik	Hakki Pilke Sägespaltmaschinen	Im Oster Esch 12	D-87787	Wolfertsschwenden	08334 986239
Heizomat	Trommelhacker	Maicha 21	D-91710	Gunzenhausen	09836 9797 0
Heiß Forstmaschinen	Igland Sägespaltmaschinen	Steinbach 9	D-83661	Lenggries	08042 914 90
Husmann Maschinenbau	Großhacker	Tannenstr. 2	D-49762	Lathen	05933 9318 0
Hüttmann	Anbauhacker	Nottorfweg 15	D-29614	Soltau	05191 2919
Interforst	Hacker, Kisa Sägespaltmaschinen	Burgfeldenstr. 1	D-72488	Sigmaringen	07570 92020
Jensen Maschinenbau	Anbauhacker	Bahnhofstr. 20	D-24975	Maasbüll	04634 93700
Jenz Maschinenbau	Großhacker	Wegholmer Str. 14	D-32469	Petershagen	05704 9409 0
Jordan	Hacker	Im Dorfe 6	D-31535	Neustadt	05072 7223
Korn Umwelttechnik	Hacker	23 d	D-07580	Seelingenstädt	0365 7301796
Walter Kretzer	Sägespaltmaschinen	Tannenweg 7	D-88436	Eberhardzell	07355 93190
LGU Deutschland	Hacker	Hauptstr. 54	D-83075	Au / Bad Aibling	08064 9088 0



Lochner	Mus Max Trommelhacker	Hauptstr. 2	D-91610	Insingen	09869 331
Müller Habbel Forsttechnik	TP Scheibenhacker, Japa Sägespaltmaschinen	Böminghausen 12	D-57399	Kirchhundem	02723 72524
Otzberger Forstmaschinen	Hacker	Am Grundacker 2	D-64395	Brensbach	06161 93300
Pezzolato	Scheibenhacker, Sägespaltmaschinen	Schönecker Str. 33	D-56283	Gondershausen	06745 416
Posch	Scheibenhacker, Sägespaltmaschinen	Paul Anton Keller Str. 40	A-8430	Leibnitz	0043 3452 82954
Pöttinger	Scheibenhacker	Industriegelände 1	A-4710	Grieskirchen	0043 7248 600 0
Rau Land Forst Kommunal-technik	Scheibenhacker	Freidhofstr. 36	D-73110	Hattenhofen	07164 9413-0
Riedl	Farmi Scheibenhacker	Helmut Hückemann Platz 1	D-92694	Etzenricht	0961 43117
Sasmo Habbig	Laimet Schneckenhacker	Max-Forster-Str.	D-36396	Steinau	06663 919086
Schültke Forsttechnik	Berkili Scheibenhacker	Im Kaltenborn 15	D-59846	Sundern	02393 1242
Seibold	Palax Sägespaltmaschinen	Lehrer Vogl Weg 24	D-83623	Baiernrain	08027 7708
Steinbrück Baumaschinen	Scheibenhacker	Puscherstr. 7	D-90411	Nürnberg	0911 52019-0
Strachl	Hacker	Eppenstein 30	A-8741	Weisskirchen	0043 3577 81509

Triumf	Johs. Randlövs Sägespaltmaschinen	Vroldvej 49	DK-8660	Skanderborg	0045 8652 10 22
UTC	Hacker	Ladestr. 4	D-09465	Sehma	03733 6704 0
Waldburg Forstmaschinen Malitzis	Bruks Trommelhacker, Großhacker	Grimmstein 15	D-88364	Wolfegg	07527 968190
Weiß	Trommelhacker	Wurzach 1	D-83135	Schechen	08039 1081
Wellink	Hacker	Postbus 28	NL-7140	AA Groenlo	0031 544 462161



2. Umwelt und Ökologie

2.1. *Die globale Klimasituation*

Eines der am meisten diskutierten Themen in der Umweltpolitik ist die Veränderung des globalen (= auf der gesamten Erde herrschenden) Klimas. Dabei unterlag das Klima in der Vergangenheit schon immer mehr oder weniger großen, **natürlichen Temperaturschwankungen**. Eiszeiten und anschließende warme Perioden wechselten sich einander ab. Auch die Konzentration der Luftzusammensetzung variierte von Zeit zu Zeit.

In den letzten Jahren hat die Klimaforschung große Fortschritte gemacht. Diese beruhen zum einen auf einer Vielzahl neuer Daten über die Klimageschichte, die unter anderem aus Eisbohrkernen und Tiefseesedimenten gewonnen wurden, und zum anderen aus verbesserten Computersimulationen. Dadurch ist es in den letzten Jahren gelungen, die natürlichen und die vom Menschen verursachten (= anthropogenen) Schwankungen des Klimas bzw. der Erdoberflächentemperatur zu simulieren.

Durch die Entdeckung und Nutzung fossiler Ressourcen (Erdöl, Kohle, Erdgas) vor ca. 100 Jahren kam es zu einer **Industrialisierung**, die sehr rohstoffintensiv war. Eine Folge davon war die Anreicherung von Kohlendioxid (CO_2) und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre. Seit Beginn der Industrialisierung ist der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre auf den höchsten Wert seit über 400.000 Jahren angestiegen. Die mittlere Oberflächentemperatur auf der Erde stieg daraufhin um 0,6-0,8 °C (Abbildung 1). Dieser Trend bleibt auch in Zukunft noch bestehen.

Departures in temperature in °C (from the 1961-1990 average)

Temperaturabweichungen in °C in den letzten 140 Jahren (global)

Direct temperatures

Departures in temperature in °C (from the 1961-1990 average)

Temperaturabweichungen in °C in den letzten 1000 Jahren (nördliche Hemisphäre)

Direct temperatures

Proxy data

Abbildung 1: Trend der weltweiten Oberflächentemperaturen: Temperaturabweichungen in den letzten 100 bzw. 1000 Jahren (Quelle: IPCC 2006a)

Problematisch in diesem Zusammenhang sind der unheimlich schnelle Anstieg der CO_2-Konzentration und parallel dazu der **rasante Temperaturanstieg**. Niemals in der Erdgeschichte hat sich das Klima so schnell verändert wie in den vergangenen 160 Jahren. Dies sind keine natürlichen Vorgänge, die Veränderungen sind vom Menschen (=anthropogen) verursacht. Das Problem des erdzeitlich schnellen Temperaturanstiegs ist, dass die Umwelt, aber auch der Mensch, darauf sehr empfindlich reagiert. Verluste von Pflanzen- und Tierarten sind die Folge.

Auch in Deutschland stieg die Temperatur in den vergangenen 100 Jahren um etwa 0,8 °C an. Der steilste Anstieg wurde innerhalb der letzten 30 Jahre verzeichnet. Trotz anspruchsvoller Klimaschutzmaßnahmen, gehen Experten von einer Erwärmung um etwa 1,8 - 3,6 °C bis 2080 in Deutschland aus.

Dass der Klimawandel bereits begonnen hat, bestätigt außerdem das vermehrte Auftreten von **Wetterextremen**. Die Stürme und Überschwemmungen haben sich weltweit im letzten Jahrzehnt gegenüber den 60er Jahren verdoppelt bis verdreifacht, die volkswirtschaftlichen Schäden versechsfacht.

Häufigere und heftigere Starkniederschläge, Hochwässer und Hitzewellen sowie ihre Auswirkungen sind auch in Deutschland spürbar. Kurzzeitige, extrem hohe Niederschläge treten viel häufiger als noch vor 100 Jahren auf. Außerdem wird mit zunehmend wärmeren, feuchteren Wintern und heißeren, trockeneren Sommern gerechnet. Die Wahrscheinlichkeit für extreme Hitzewellen, erhöhte sich in den vergangenen 100 Jahren bereits um mehr als das 20fache. Eine weitere Zunahme von Hitzewellen sowie von überwiegend winterlichen Starkniederschlägen ist wahrscheinlich. Neben den vermehrten Wetterextremen kommen verstärkte oder verlagerte **Klimaanomalien** wie z.B. der El Niño Effekt hinzu.

Das Ausmaß der Erwärmung lässt sich auch am **Rückgang der Gletscher** dokumentieren. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts bis 1980 verloren allein die Alpengletscher ein Drittel ihrer Fläche und die Hälfte ihrer Masse. Klimaforscher werteten dafür Aufnahmen von Satelliten und Flugzeugen aus und führen Laser- und Radarmessungen durch. Eine hervorragende Dokumentation über den Gletscherrückgang bietet die Gesellschaft für Ökologische Forschung unter www.gletscherarchiv.de!

Das Abschmelzen der Polkappen, der Gletscher und des Grönland-Eises sowie die Wärmeausdehnung des Wassers erhöhen darüber hinaus den **Meeresspiegel**: Es drohen häufigere und stärkere Überschwemmungen. Weite Teile von Regionen, die höchstens 7 m über dem Meeresspiegel liegen (z.B. Bangladesch, Indien, Norddeutschland, Niederlande, Florida, Louisiana) könnten dauerhaft überschwemmt werden. Manche Inseln werden auf immer im Meer versinken. Die schon jetzt vom steigenden Meeresspiegel bedrohten Inselstaaten Tuvalu, Kiribati und Malediven wollen deshalb juristisch gegen die Verursacher der globalen Klimaerwärmung vorgehen.

Es wird angenommen, dass der globale Temperaturanstieg auch erhebliche Auswirkungen auf die **Meeresströmungen** haben wird. Durch den Temperaturanstieg und den damit einhergehenden zunehmenden Süßwasserzufluss von den schmelzenden Polkappen in die nördlichen Meere wird beispielsweise die Zirkulation des Golfstroms stark beeinflusst. Messungen zufolge hat der Golfstrom in den letzen 50 Jahren ein Drittel seiner Kraft verloren. Sorgen machen sich die Experten, dass er sich weiter abschwächen oder gar abreißen könnte. Zunehmender Süßwasserzufluss in die nördlichen Meere wird die Zirkulation zunächst nur langsam schwächen. Wenn aber eine bestimmte Schwelle erreicht wird, könnte die Zirkulation abrupt zu einem neuen Status wechseln, in dem es kaum oder keinen Wärmezufluss mehr nach Norden gibt. Ohne die warme Meeresströmung wäre das Klima in Deutschland wie im Norden Kanadas oder in Sibirien. Der Golfstrom hat eine Heizleistung wie 250 Millionen Atomkraftwerke. Zwischen Grönland und Spitzbergen stürzt ein Strom von schwerem, salzreichem Oberflächenwasser in die Tiefe und fließt wieder nach Süden - in jeder Sekunde 17 Millionen Kubikmeter, 15-mal so viel wie alle Flüsse der Welt zusammen!

Aus dem Klimawandel ergeben sich in Deutschland vielfältige **Risiken** (teilweise auch Chancen) für den Naturschutz, die menschliche Gesundheit, die Volkswirtschaft, die Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, sowie für Tourismus und Verkehr. Für ganz Deutschland gehen Risiken vor allem von Hochwasser und Trockenperioden aus. Momentan besit-



zen Südwestdeutschland, die zentralen Teile Ostdeutschlands und die Alpen die höchste Anfälligkeit gegenüber dem Klimawandel. Vor allem sind die Gesundheit und der regionale Tourismus, der auf Wintersport setzt, gefährdet. Hier gilt es, zeitnah Anpassungsmaßnahmen, umzusetzen. (www.umweltbundesamt.de)

Zusammenfassung der bereits festgestellten Klimaveränderungen:

- Ungewöhnlich lange 'El Nino' - Warmphase von 1990 bis 1995
- Anstieg der Oberflächentemperatur in Alaska um 2 – 4 °C
- Zunahme der Luftfeuchtigkeit in den Tropen
- Zunahme der Wolken über Land
- Anstieg des Meeresspiegels um 10 bis 25 Zentimeter innerhalb der letzten 100 Jahre, hauptsächlich als Folge der Ausdehnung des Wassers aufgrund der Erhöhung der Lufttemperatur
- Rückgang der Schneedecke und Gletscher in den Alpen
- Auftauen des Permafrostbodens in Sibirien und Kanada, wodurch große Mengen des Treibhausgases Methan frei werden

Zusammenfassung der in Zukunft noch weiteren, möglichen Auswirkungen:

- Abschmelzen der Polkappen
- Weiterer Anstieg des Meeresspiegels
- Zunahme von Extremereignissen, wie z.B. Trockenheit und Überschwemmungen, sintflutartige Niederschläge und Dürrekatastrophen, Winde mit Geschwindigkeiten über 118 km/h (Orkane), Sturmfluten
- Verschiebung von Meeresströmungen mit den dadurch verbundenen extremen regionalen Klimaveränderungen

2.2. Der Treibhauseffekt

Der Treibhauseffekt ist absolut notwendig für das Leben auf der Erde. Die durchschnittliche Temperatur an der Erdoberfläche beträgt momentan +15 °C. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt läge sie bei -18 °C. Der Mensch beeinflusst den Treibhauseffekt jedoch auf verschiedenste Arten und bewirkt somit einen Anstieg der Temperatur.



Ursache für den Treibhauseffekt sind **Spurengase** (= in geringen Konzentrationen vorkommende Gase) wie z.B. das Kohlenstoffdioxyd (CO_2). Diese Spurengase machen zwar nur einen geringen Gesamtanteil von etwa einem Prozent in der Atmosphäre aus, ihr Einfluss auf die Temperatur ist aber entscheidend. Sie funktionieren wie eine Membran, die die kurzwellige Strahlung der Sonne nahezu ungehindert passieren lässt und die langwellige Strahlung der Erdoberfläche teilweise zurückhält.

Das Prinzip ähnelt dem eines Treibhauses für Pflanzen. Das **Treibhaus** hat eine Glashülle, die ebenfalls kurzwelliges Licht passieren lässt und langwellige Wärmestrahlung zurückhält. Dieser Effekt wird einem auch beim Autofahren an einem heißen Sommertag bewusst: Die Sonnenstrahlen dringen durch die Verglasung ins Wageninnere ein und werden in Wärme umgewandelt. Dabei wird die Fahrgastzelle stark aufgeheizt.

Beim **Treibhauseffekt der Erde** (Abbildung 2) übernehmen die Spurengase die Funktion der Glasscheiben. Deshalb werden diese Gase auch **Treibhausgase** genannt. Die Schicht der klimarelevanten Spurengase fängt also Sonnenenergie ein, indem sie Sonnenlicht durchlässt und Infrarotstrahlung zurückhält.

Das Gas, das am meisten zum Treibhauseffekt beiträgt, ist der **Wasserdampf**. Von den 33 °C (Durchschnittstemperatur +15 °C statt 18 °C), die die Erdoberfläche durch den natürlichen Treibhauseffekt erwärmt wird, liefert der Wasserdampf einen Anteil von ungefähr zwei Drittel. Der Rest wird von den Spurengasen **Kohlendioxid** (CO_2), **Methan** (CH_4) und von geringen Mengen anderer Spurengase verursacht.

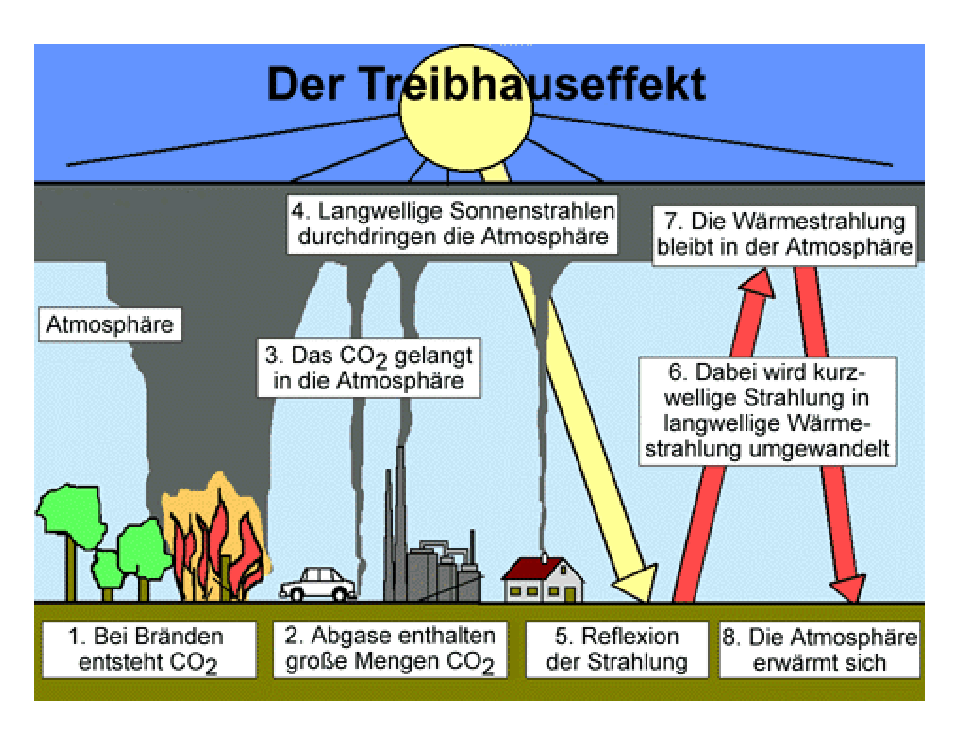


Abbildung 2: **Der Treibhauseffekt (Quelle: www.erdkunde-wissen.de)**

2.3. Der CO_2-Kreislauf

Kohlenstoffdioxid (CO_2) ist eine chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Es handelt sich dabei um ein farb- und geruchloses Gas, das mit einer Konzentration von ca. 0,04 % (derzeit 378 ppm) ein **natürlicher Bestandteil der Luft** ist.

Kohlenstoffdioxid entsteht im Organismus von Lebewesen als ein Produkt der Zellatmung. Das CO_2 wird dabei über den Atem abgegeben. Umgekehrt sind Pflanzen und manche Bakterien in der Lage, CO_2 durch die Kohlenstoffdioxid-Fixierung in Biomasse umzuwandeln.

Dieser Umwandlungsprozess von anorganischem CO_2 der Luft in Biomasse ist ein Teil der **Photosynthese**. Die Photosynthese ist ein Stoffwechselprozess der Pflanzen (Atmung der Pflanzen), bei dem unter anderem Sauerstoff entsteht:

Kohlenstoffdioxyd + Wasser + Licht → Biomasse + Sauerstoff

Mit dem Sammelbegriff **Biomasse** werden also in diesem Zusammenhang alle Energieträger bezeichnet, die ihre Energie über den Vorgang der Photosynthese durch das Pflanzenwachstum gewinnen. Die Pflanzen binden während des Wachstums Kohlendioxid (CO_2) aus der Erdatmosphäre und speichern dabei die Energie der Sonne. Beim Verbrennen, aber auch beim Verrotten der Pflanzen wird die gespeicherte Energie wieder freigesetzt. Dabei wird das gebundene CO_2 wieder in die Atmosphäre abgegeben. Beim Wachstum neuer Pflanzen wird wiederum Kohlendioxid eingebunden. Es entsteht ein CO_2-Kreislauf (Abbildung 3).



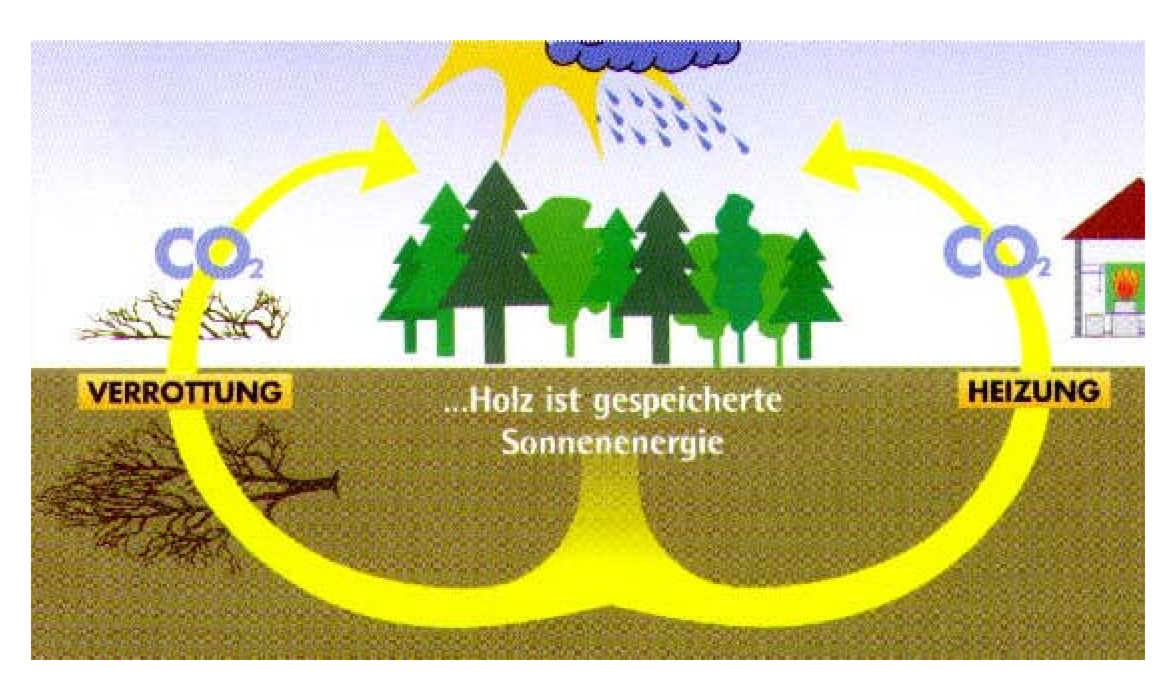


Abbildung 3: Der Kohlenstoffkreislauf

CO_2 entsteht auch bei der **Verbrennung von fossilen kohlenstoffhaltigen Substanzen**, wenn genügend Sauerstoff vorhanden ist (bei Mangel entsteht Kohlenmonoxid CO). Stein- und Braunkohle, Erdgas und Erdöl bestehen aus pflanzlichen Materialien, die sich im Laufe von Millionen von Jahren umgewandelt haben. Somit war der in der Pflanzenmasse gebundene Kohlenstoff in Kohle-, Erdöl und Erdgaslagerstätten gebunden. Deshalb wird bei diesen Energieträgern auch von **fossilen Energieträgern** gesprochen. Durch die Verwendung dieser Rohstoffe verursacht der Mensch die rapide Freisetzung dieses Kohlenstoffs. In der Verbrennung entsteht das klimaschädliche Kohlenstoffdioxyd.

Im Gegensatz zu den fossilen energieträgern gelten Energieträger aus Biomasse als klimaschonend. Durch die Nutzung und das ständige Nachwachsen von Biomasse kommt es nicht zu einer Erhöhung der Konzentration an klimawirksamen Gasen in der Erdatmosphäre, da sich das CO_2 in einem ständigen Kreislauf befindet.

Der Hauptteil der seit der Industrialisierung vom Menschen verursachten Treibhausgase geht bislang auf die **Industrieländer** zurück. Ihr Anteil an der CO_2-Anreicherung in der Atmosphäre wird auf grob vier Fünftel geschätzt. Der im Moment weltweit größte Emittent von energiebedingten CO_2-Emissionen ist mit einem Anteil von 25 % nach wie vor die USA.

Aber auch die reiche Bevölkerung in den **Entwicklungsländern**, produziert zunehmend Treibhausgase. Faktoren wie der Stand der Industrialisierung und Technik oder die Art der Landnutzung, spielen dabei eine wichtige Rolle. Eine intensiv gehaltene „Hochleistungskuh“ produziert in den Industrieländern beispielsweise etwa fünfmal soviel Methan wie ein extensiv gehaltenes Rind in Entwicklungsländern.

China hat zum Beispiel seit 1950 ca. 40 Mrd. Tonnen CO_2 emittiert und ist damit für etwa die Hälfte der insgesamt von den Entwicklungsländern in diesem Zeitraum ausgestoßenen Emissionen verantwortlich. Als der größte Emittent unter den Entwicklungsländern liegt

Chinas Anteil an den weltweiten CO_2-Emissionen bei „nur“ 11 %, trotz der weitaus höheren Bevölkerungszahl.

Die jüngste Entwicklung des CO_2-Ausstoßes Chinas und der USA hat alle Erwartungen auf den Kopf gestellt: Während die CO_2-Emissionen in den USA im Zeitraum von 1990 bis 2000 laut dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung um 17 % angestiegen sind - doppelt so stark wie im weltweiten Durchschnitt -, betrug der Anstieg in China erstaunlicherweise nur 5 %. Im Vergleich zu 1996 hat China es in den letzten Jahren sogar geschafft, die Emissionen zu senken, obwohl die Wirtschaft Jahr für Jahr deutlich gewachsen ist. Sehr niedrige Emissionen im Vergleich zu den USA und China hat Afrika zu verzeichnen. Der gesamte Kontinent hat im Jahr 1997 etwa dieselbe Menge CO_2 ausgestoßen wie Deutschland oder Indien allein.

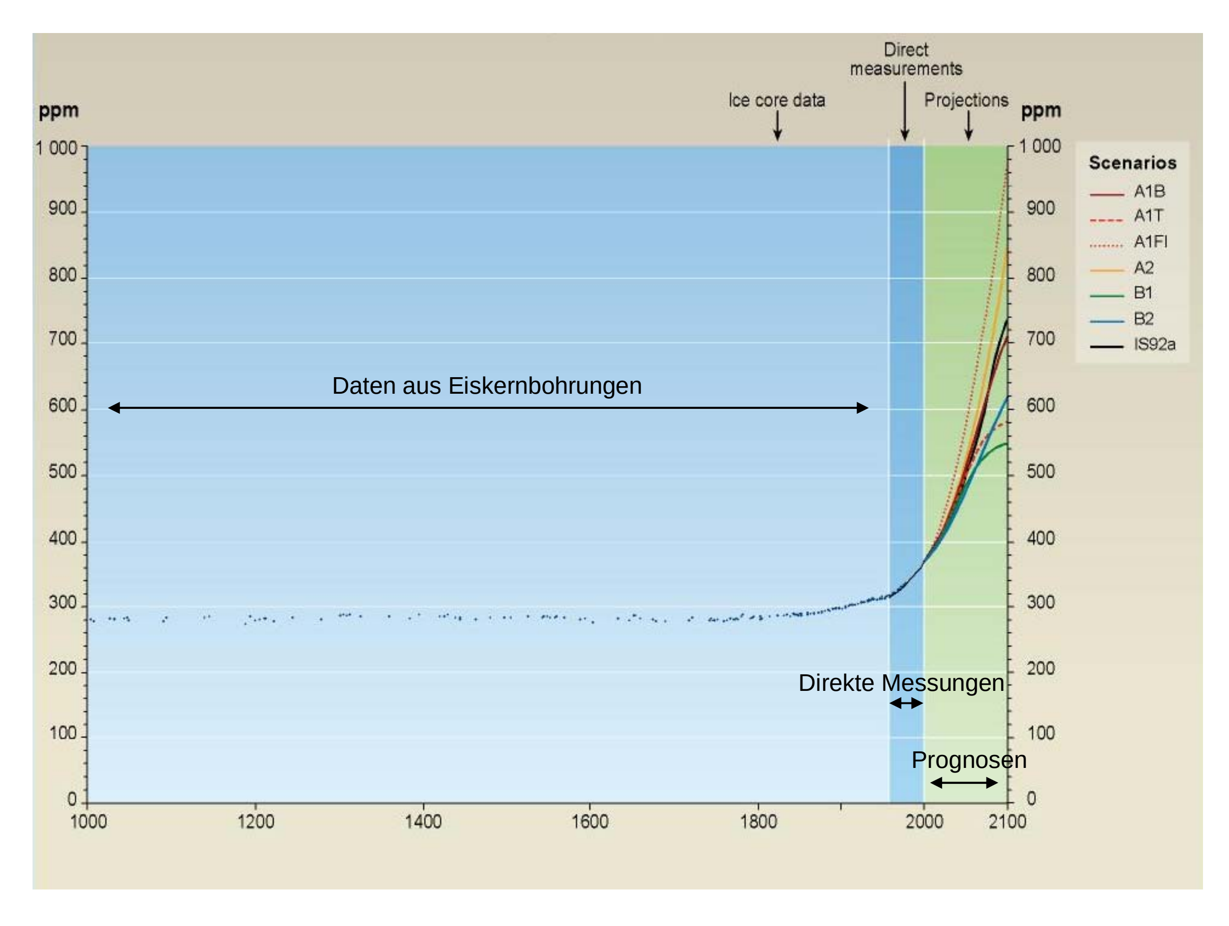


Abbildung 4: Vergangene und zukünftige atmosphärische CO_2-Konzentrationen (Quelle: IPCC 2006b)

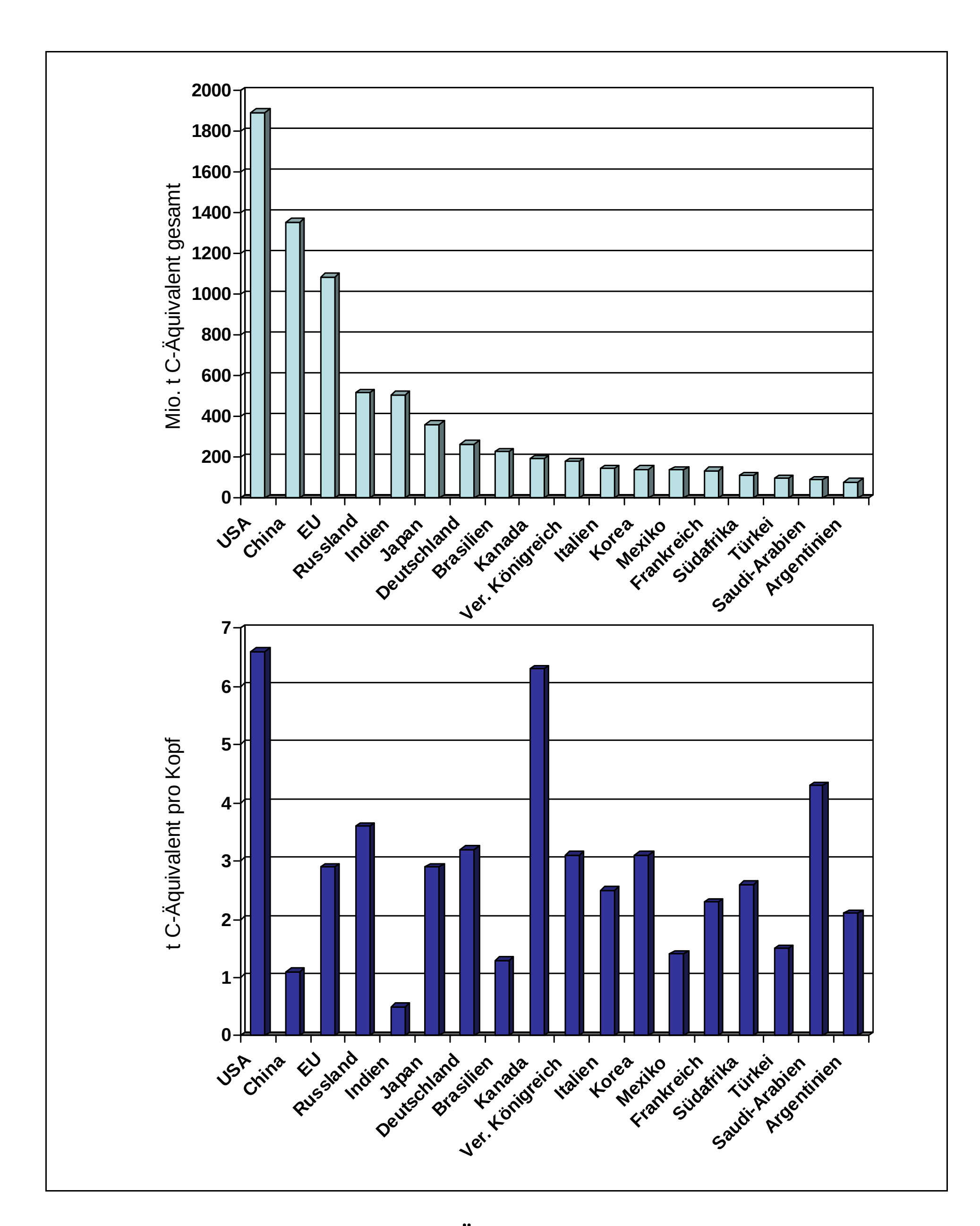


Abbildung 5: **CO_2-Emmissionen (Tonnen C-Äquivalent) in verschiedenen Ländern: insgesamt akkumuliert (oben) und pro Kopf (unten) (Daten: CAIT Daten 2000 in WORLD RESOURCES INSTITUTE 2006)**

3.Globale und nationale Energiesituation

Energie ist die Grundlage unseres Lebens. Für alle chemischen und physikalischen Vorgänge wird Energie benötigt. Erst durch die Nutzung der verschiedenen Energiequellen wurde es dem Menschen möglich, den nicht immer sehr freundlichen Umweltverhältnissen zu trotzen und angenehme Lebensbedingungen zu schaffen. Im Gegensatz zu Tieren und Pflanzen, die sich ihrem Lebensraum anpassen, begann der Mensch, den Lebensraum sich anzupassen.

Nahezu alle Formen der Energie, die auf der Erde nutzbar sind, haben ihren Ursprung in der Sonneneinstrahlung. **Die von der Sonne in einer Stunde auf die Erde eingestrahlte Energiemenge entspricht dem Energieverbrauch der Menschheit in einem Jahr.** Etwa ein Drittel der Sonnenstrahlung wird von der Lufthülle der Erde in den Weltraum zurückgestrahlt. Ein weiterer Teil trägt zur Erwärmung der Atmosphäre bei. Nur rund die Hälfte der Sonnenstrahlung erreicht die Erdoberfläche und erwärmt Wasser und Landmassen. Auch diese Wärme wird früher oder später wieder an das Weltall abgegeben. Ein geringer Teil der Sonnenenergie wird kurzzeitig in Form von Wind- und Meeresströmungen gespeichert. Eine natürliche langfristige Speicherung von Sonnenenergie ist aber nur durch die Photosynthese möglich.

Erst durch die **Photosynthese** wird der Aufbau pflanzlicher Biomasse (pflanzliche Substanz) möglich. Bei diesem Vorgang wird mithilfe von Sonnenenergie aus Wasser und Kohlendioxid (CO_2) Kohlenwasserstoff gebildet. Der im Kohlendioxid der Luft enthaltene Kohlenstoff wird so als Biomasse gespeichert und kehrt erst bei der Verwesung und Vermoderung der Biomasse wieder in den Naturkreislauf zurück. Durch die Photosynthese werden etwa 0,1 % der Sonnenstrahlung über einen längeren Zeitraum in den Pflanzen gespeichert. Aus abgestorbener Biomasse entstanden vor Millionen von Jahren unsere Vorräte an Erdöl, Erdgas und Kohle. Es handelt sich also auch bei diesen Energieträgern um gespeicherte Sonnenenergie.

Jeder Mensch verbraucht Energie in verschiedenster Form. Die Abhängigkeit des weltweiten Energieverbrauchs zur Gewinnung von Strom, Wärme, Kälte und zur Fortbewegung hängt deshalb von der Anzahl der Menschen ab. Im Januar 2006 umfasste die Weltbevölkerung 6,519 Milliarden Menschen. Das bedeutet, dass derzeit ca. 5,8 % aller jemals geborenen Menschen leben! Aktuelle Prognosen gehen von einem **Bevölkerungswachstum** auf der Welt von ca. 1,5 Milliarden Menschen bis 2025 aus (Abbildung 6). Damit wird sich auch der Energieverbrauch entsprechend erhöhen. Bereits in den letzten Jahrzehnten ist er steil angestiegen. Betrachtet man das erwartete Bevölkerungswachstum auf der Welt, so müssen Alternativen gefunden werden, um den „Energiehunger“ der Menschen zu stillen.



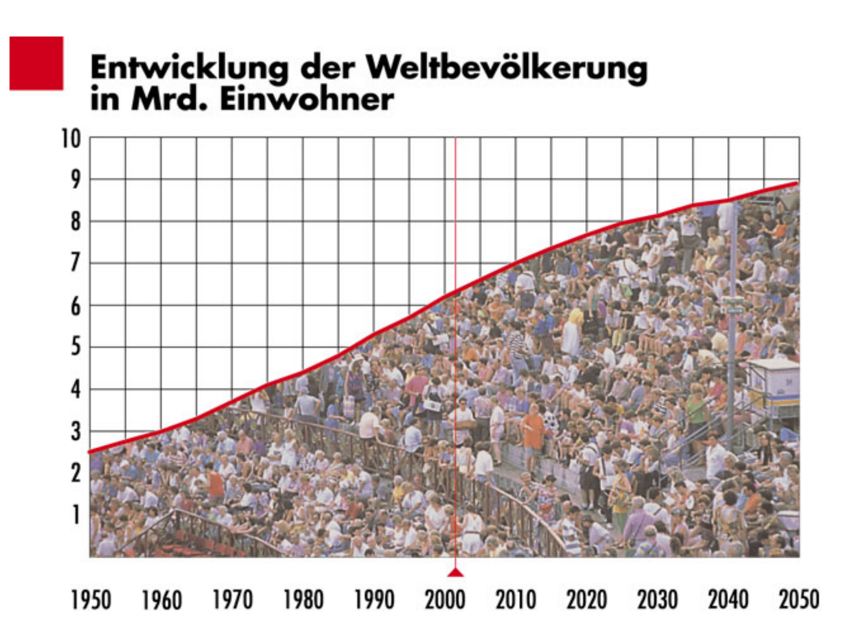


Abbildung 6: Entwicklung der Weltbevölkerung (Quelle: STMWIVT 2006)

Für den steigenden Energiebedarf sind zum einen die **Industrieländer** verantwortlich, aber auch die explosionsartige Bevölkerungsentwicklung der **Entwicklungs- und Schwellenländer**. Deshalb gehen Vorhersagen zur Entwicklung des weltweiten Energieverbrauchs auch von einem weiteren Anstieg aus.

Dabei ist der Energieverbrauch in der Welt **ungleich verteilt**. Der jährliche Energieverbrauch pro Person übersteigt um ein Vielfaches den Energieverbrauch in Entwicklungsländern. Der Pro-Kopf-Verbrauch in Indien liegt beispielsweise bei weniger als einem Zehntel des Pro-Kopf-Verbrauchs in Deutschland. Daraus ergibt sich, dass die Industrieländer mit einem Anteil von ca. 16-17 % an der Weltbevölkerung über die Hälfte der Energie verbrauchen. Die Entwicklungsländer dagegen sind mit einem Bevölkerungsanteil von 57-66 % am jährlichen Energieverbrauch nur zu 23-24 % beteiligt (Abbildung 7). Da sich diese Länder dem heutigen Lebensstandard der Industrieländer annähern wollen, wird auch der Weltenergieverbrauch weiter ansteigen.

Diese Ungleichverteilung wird an folgendem Beispiel deutlich: Würde jeder Erdbewohner soviel verbrauchen wie ein US-Bürger, so wäre der Gesamtverbrauch sechsmal so hoch wie heute. Die Erdölreserven wären in acht Jahren erschöpft, die von Erdgas in zwölf Jahren.



Bevölkerung 1997

arm 57%
GUS 5%
China 21%
reich 17%

Primärenergieverbrauch 1997

reich 56%
China 11%
arm 23%
GUS 10%

Abbildung 7: **Bevölkerung und Primärenergieverbrauch auf der Welt. (Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006)**

Der weltweite Energieverbrauch stützt sich heute noch zu rund 85-90 % auf Erdöl, Erdgas und Kohle. Die **Lagerstätten** der bislang bekannten fossilen Energievorkommen verteilen sich allerdings sehr ungleichmäßig über die Erde. Dies ist aus europäischer Sicht sehr ungünstig, denn nur 2 % der Erdöl- und 3 % der Erdgasvorräte entfallen auf Westeuropa. Knapp 70 % der bekannten Vorkommen an Erdöl und Erdgas hingegen befinden sich im Nahen Osten und auf dem Gebiet der ehemaligen UdSSR.

Die fossilen Energien werden noch einige Zeit den Hauptanteil der Energieversorgung übernehmen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass sie nicht unbegrenzt vorhanden sind. Steigt der weltweite Energieverbrauch weiter an wie bisher, ist mit einer Verknappung und einer entsprechenden Verteuerung von Erdöl, Erdgas und Kohle zu rechnen.

Die häufig angegebene **statische Reichweite** ist nur begrenzt aussagefähig. Sie gibt die Reichweite an, die ein Energieträger hat, wenn das heutige Verbrauchsniveau die nächsten Jahrzehnte unverändert fortgeschrieben würde. Angesichts einer schnell wachsenden Erdbevölkerung von möglicherweise neun Milliarden Menschen (mittleres Wachstumsszenario der UN) im Jahre 2050 und einer rasant verlaufenden wirtschaftlichen Entwicklung vieler Schwellenländer, eine wenig realistische Annahme.

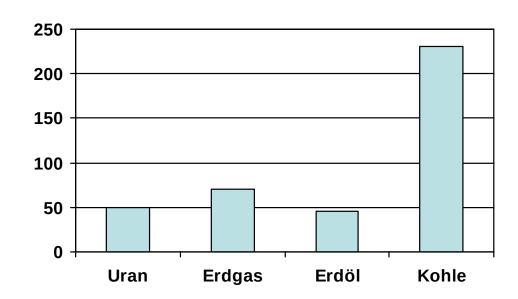


Abbildung 8: **Die statische Reichweite der fossilen Energieträger (Quelle: Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006)**



Etwas realistischer ist die Angabe **dynamischer Reichweiten**, in die ein angenommener Bedarfszuwachs eingerechnet wird. Ein Vergleich der Grafiken zeigt deutlich, wie bereits ein geringer Verbrauchsanstieg von einem Prozent pro Jahr, die Reichweiten erheblich verkürzt. Beim Erdgas beispielsweise hatten wir in den letzten Jahren stetig ein Wachstum um drei Prozent pro Jahr. Gerade die bevölkerungsreichsten Länder wie China und Indien, sowie einige südamerikanische Staaten haben bereits mittelfristig ein sehr großes Wachstumspotential im industriellen und im privaten Energieverbrauch. Selbst die eher konservativen Rechnungen der "International Energy Agency" IEA, einer Organisation der Industriestaaten, rechnet mit einem Wachstum größer drei Prozent für die nächsten zwanzig Jahre. Dies entspricht dann genau einer Verdoppelung des Verbrauchs gegenüber dem Stand von 1996.

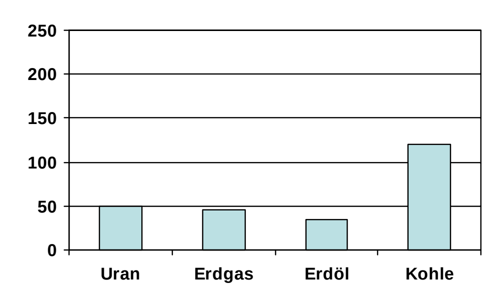


Abbildung 9: Die Reichweite der Energiereserven mit berücksichtigtem Verbrauchswachstum (1% beim Erdöl, 1,5% beim Erdgas). (Quelle: Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006)

Maßgeblich für Strukturbrüche und wirtschaftliche Verwerfungen ist nicht die Reichweite eines Energieträgers, sondern einzig der Zeitpunkt, ab dem die Produktion nicht mehr den Bedarf decken kann. Da jede Verbrauchsentwicklung dynamisch verläuft, ist der Zeitpunkt entscheidend, an dem das **Produktionsmaximum** erreicht wird. Dieser Zeitpunkt fällt bei Erdöl aus technisch-physikalischen Gründen fast mit dem so genannten „**mid-depletion-point**“ zusammen. Letzterer gibt das Jahr an, zu dem die Hälfte des Erdöls gefördert ist.

Nach Geologenmeinung wird das Produktionsmaximum der Weltölproduktion im Zeitraum 2000 - 2010 erreicht, wobei es nicht unwahrscheinlich ist, dass es gerade im Moment erreicht wird. Optimistische Ökonomen, die sich an anderen Kriterien orientieren, sehen diesen Zeitpunkt eher im Bereich 2010 - 2020. Manche Ökonomen, die jedes Jahr einen technischen Fortschritt von 1 % bei der Ölgewinnung erwarten, sehen dieses Maximum nicht vor dem Jahr 2050 kommen. (LB-SYSTEMTECHNIK 2006)

3.1. Fossile Energieträger

Die Aussagen in folgendem Text über die fossilen Energieträger beziehen sich weitgehend auf die Quellen von BGR (2006) und LB-SYSTEMTECHNIK (2006).

Erdöl ist weltweit der wichtigste Energieträger. 37 % des Primärenergieverbrauchs werden über diesen Rohstoff gedeckt. 2004 erreichte der Erdölverbrauch mit 3,8 Milliarden Ton-

nen einen historischen Höchstwert - circa 2,3 Milliarden Tonnen davon nutzten allein die OECD-Staaten. Gebiete mit besonders starkem Erdöl-Verbrauch sind Nordamerika, Austral-Asien und Europa.

Die Reichweite von Erdöl ist die kürzeste aller fossilen Energieträger. Gleichzeitig besteht eine große Abhängigkeit unserer Gesellschaft und der Industrie von der Verfügbarkeit von billigem Rohöl. Die zentrale Frage ist dabei, wann die Fördermenge in einem bestimmten Fördergebiet oder auch weltweit ihr Maximum erreicht - diese Frage ist wesentlich interessanter als die Frage nach der Reichweite des verbleibenden Öls, da ab diesem Punkt das Angebot die Nachfrage nicht mehr vollständig befriedigen kann. In Abbildung 10 wird die Ölförderung in verschiedenen Regionen der Welt dargestellt.

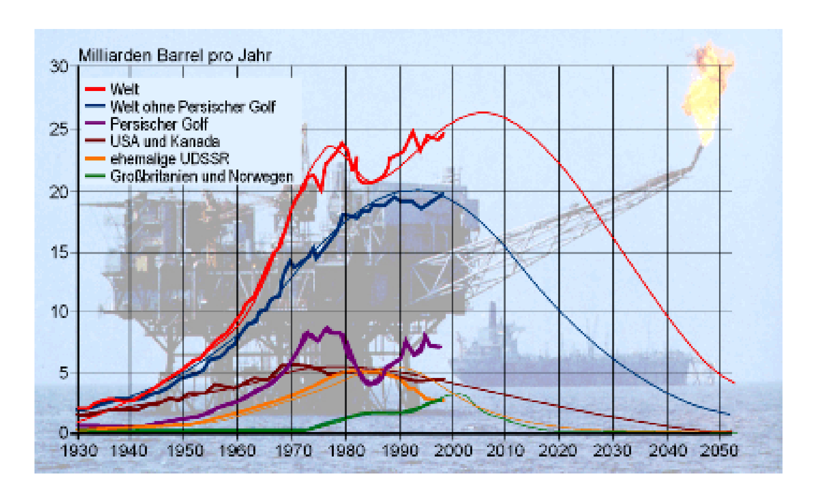


Abbildung 10: Ölförderung in verschiedenen Regionen der Welt. (Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006)

Nach diesem Modell haben alle wichtigen Förderregionen außerhalb des Nahen Ostens das Produktionsmaximum bereits überschritten. Aber auch dort kann die andernorts rückläufige Ölproduktion nicht vollständig ausgeglichen werden, so dass schon bald die weltweite Erdölproduktion zurückgehen wird.

Das Fördermaximum markiert gleichzeitig den Punkt, an dem die Hälfte allen verfügbaren Erdöls verbraucht ist. Das Überschreiten dieses Maximums hat aber eine noch weit größere Bedeutung: Ab diesem Punkt kann die Erdölförderung nicht weiter steigen und das Halten des Förderniveaus ist nur mit großem technischem Aufwand für eine gewisse Zeitspanne möglich. Der Weltmarkt wird auf diese Situation mit steigenden Preisen reagieren, zumal die Nachfrage weiter steigen wird.

Interessant sind an dieser Stelle ein paar Bemerkungen zu den Ölvorkommen in der Nordsee oder in Alaska. Viele Leute meinen, dass man auf Grund des ersten Ölpreis-Schocks Anfang der 70er Jahre angefangen hat, nach Alternativen zu den Ölvorkommen der Nahost-Länder zu suchen. Prompt habe man in der Nordsee Öl gefunden und konnte den Druck reduzieren. Falls es an anderer Stelle wieder eng wird, wiederholt man dies und sucht sich die „nächste Nordsee“, zum Beispiel im Kaspischen Meer oder vor der Küste Angolas. Dabei wird jedoch übersehen, dass die Vorkommen in der Nordsee und in Alaska



sehr wohl vor der Ölkrise schon entdeckt waren und dass es nur ein ökonomisches Problem war, diese schwieriger zu erschließenden Felder auch tatsächlich auszubeuten. Die Ölindustrie war darauf vorbereitet. Achtzig Prozent des heute geförderten Öls stammt aus Quellen, die dreißig Jahre oder länger bekannt sind.

Das Größte findet man mit einfachen Methoden zuerst. So auch bei der Suche nach Erdöl. Nach einer Phase des Lernens und der Internationalisierung war das Maximum der Neufunde in den 60er Jahren. Seither findet man zunehmend weniger Öl. Dies wird schon bald seinen Niederschlag in einer rückläufigen Ölproduktion und steigenden Preisen finden. Man kann nur Öl fördern, das man vorher gefunden hat.

Das Maximum der neuen Ölfunde war in den 60er Jahren erreicht (Abbildung 11). Trotz intensivster Explorationsbemühungen nach den beiden Ölkrisen werden die neuen Funde bis auf wenige Ausnahmen immer geringer. Dies ist auch in keiner Weise erstaunlich, denn die geologischen Zusammenhänge, die zur Entstehung von Öl in der Erdgeschichte geführt haben, sind mittlerweile sehr gut verstanden. Man weiß also, wo man suchen muss und man weiß, wo es nichts zu finden gibt. Es ist auch einsichtig, dass die großen Vorkommen bereits mit einfachen Methoden früher gefunden wurden als die kleinen. Bei der nächsten Ölkrise gibt es keine „noch nicht angegangenen Vorkommen" mehr. Im Wesentlichen ist bereits alles gefunden.

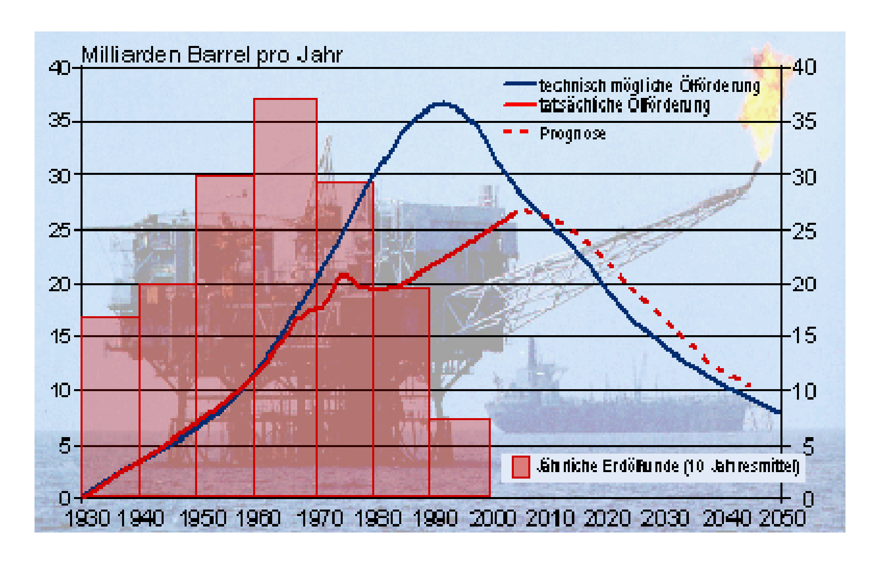


Abbildung 11: Jährliche Erdölfunde (Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006)

Neben der Tatsache, dass uns eines Tages das Erdöl genau wie die anderen fossilen Energieträger, für unsere Energieversorgung nicht mehr zur Verfügung stehen wird, gibt es einen moralischen Aspekt unter dem unser heutiges Handeln zu hinterfragen ist. Beim Verbrauch einer endlichen Ressource stellt sich die Frage ihrer gerechten Nutzung: der gerechten Verteilung in Hinblick auf die gerade lebenden Menschen wie auch auf künftige Generationen.

Um die Verteilungsgerechtigkeit ist es beim Öl bekanntlich schlecht bestellt: Heute nutzen ungefähr dreißig Prozent der Menschen (die Bevölkerung der industrialisierten Länder) achtzig Prozent des geförderten Öls.

Noch drastischer ist die Benachteiligung in Bezug auf künftige Generationen. So nutzen heute einige wenige Generationen die in Jahrmillionen angesammelten Bodenschätze. Die Rechtfertigung kann sicher nicht über die Berufung auf den „Markt" erfolgen. Der Markt spiegelt keine langfristigen Knappheiten, allein schon deswegen nicht, weil künftige Generationen nicht ihre Preisgebote auf dem Markt für Öl abgeben können.

Sie werden, so wie die Dinge stehen, aus den fossilen Energien nur noch wenig Nutzen ziehen können, und müssen trotzdem die Folgen unserer Lebensweise tragen. Diese Problematik der Verteilungsgerechtigkeit wird heute am Beispiel des Erdöls konkret erlebbar, gilt aber in zeitlich nur geringfügig geändertem Rahmen ebenso für Erdgas, Kohle und nukleare Brennstoffe.

Erdgas ist mit einem Anteil von ca. 24 Prozent am Welt-Primärenergieverbrauch der drittwichtigste Energieträger hinter Erdöl und Kohle. Unter den nicht-erneuerbaren Energieträgern steigt der Verbrauch von Erdgas derzeit am stärksten. 2004 erreichte der Erdgasverbrauch mit 2,8 Billionen Kubikmetern (Tm^3=Tera Kubikmeter) einen neuen Höchststand.

Das Maximum der Gasfunde war in den 60er und frühen 70er Jahren. In den 90er Jahren konnten mit der Forcierung der Erdgasnutzung kurzzeitig die Neufunde noch einmal erhöht werden. Seit einigen Jahren ist man auch in der bisher noch weniger erforschten Tiefsee aktiv. Diese bietet für Gasfunde wesentlich bessere geologische Voraussetzungen als für Ölfunde, so dass hier noch einmal ein Anwachsen der Neufunde zu erwarten ist. Das darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass dieses Gas nur sehr kostspielig gewonnen werden kann. Da die Fernerkundung im Meer günstiger als am Land ist, wird man bereits in wenigen Jahren ein klares Bild über die vermutlich noch möglichen Funde erhalten.

In jüngster Zeit wird immer wieder **Methanhydrat** Hoffnungsträger zum Ersatz für die mittelfristig ebenfalls zu Ende gehenden Erdgasvorräte genannt. Schätzungen gehen davon aus, dass dieses unkonventionelle Erdgas die bekannten Erdgasreserven verzehnfachen könnte.

Methanhydrat ist ein Methan/Wasser Gemisch. Es lagert am Meeresboden und in Permafrostgebieten. Bei tiefen Temperaturen und hohem Druck hat dieses Gemisch einen festen eisähnlichen Aggregatzustand. Ändern sich Temperatur oder Druck, löst es sich wieder in Methan und Wasser auf, wobei das Gas nach oben entweicht. Diese physikalischen Eigenschaften, machen eine Förderung sehr schwierig, denn die Methanhydratschichten sind nicht sehr dick, dafür aber über große Flächen verteilt. Es müsste also in sehr großem Maßstab der Meeresboden praktisch "umgegraben" werden. Ein hoher Energieaufwand und zusätzlich riskant, falls dabei Methan entweicht. Methan in der Atmosphäre ist ein weit schädlicheres Klimagas als Kohlendioxid.

Geologen warnen außerdem vor den Folgen unterseeischer Erdrutsche, bei denen enorme Flutwellen entstehen können. Das Methanhydrat stabilisiert an vielen Stellen den Meersboden, der sonst vorwiegend aus weicheren Sandschichten besteht. Besonders in Gebieten



in denen der Meeresboden von tiefen Gräben durchzogen ist, birgt daher der Abbau von Methanhydrat unkalkulierbare Gefahren.

Die Ressourcenabschätzungen des Methanhydrats beruhen auf der fragwürdigen Interpretation seismischer Signale (sog. BSR-Methode) und gehen von Hydratschichten aus, die über zigtausende von Quadratkilometern mehrere hundert Meter Dicke aufweisen sollen.

In mehr als 20 Jahren des Suchens und Forschens wurde bis heute noch kein einziges abbauwürdiges Methanhydratfeld gefunden. In über 2000 Probebohrungen wurden nur dreimal größere Hydratproben gewonnen. Die größte Probe wies eine Hydratdicke von etwas mehr als einem Meter auf. Aus heutiger Sicht muss man daher davon ausgehen, dass dieses Methan nicht in großem Stile als Energiereserve verfügbar wird.

Von keinem anderen fossilen Energierohstoff ist noch so viel auf der Erde vorhanden wie von **Kohle**. Am weltweiten Kohleverbrauch im Jahr 2004 gemessen, reichen die Reserven an Steinkohle ab Anfang 2005 noch 172 Jahre, die an Braunkohle noch 218 Jahre. Die tatsächlichen Reichweiten werden allerdings von diesen statisch ermittelten Zahlen abweichen, denn die globale Wirtschaft entwickelt sich sehr dynamisch.

Die heutige Kohle entstand im Laufe von Jahrmillionen aus abgestorbenem organischen Material. Durch den Inkohlungsprozess verwandelte sich Torf unter hohen, lange einwirkenden Temperaturen zu Braunkohle und schließlich zu **Steinkohle**. Während dieses Prozesses stiegen der Kohlenstoffanteil und auch der Brennwert. Reine Steinkohlen haben einen sehr hohen Energiegehalt von mehr als 29.300 Kilojoule pro Kilogramm. Sie werden weltweit in unterschiedlichen Qualitäten gehandelt. Nach ihrer Verwendung werden Steinkohlen in Kesselkohlen und Kokskohlen unterteilt.

Braunkohlen hingegen sind energieärmer, enthalten viel Wasser und werden deswegen nur kurze Wege transportiert und regional verwendet. Bei längeren Transportwegen würde der Energieverbrauch des Transports den Energieinhalt der Braunkohlen übersteigen. In Industriestaaten werden Braunkohlen überwiegend zur Stromgewinnung verwendet, während man sie in Entwicklungsländern auch noch zum Heizen und Kochen einsetzt.

2004 hatten Kohlen einen Anteil von 27 % am weltweiten Primärenergieverbrauch. Nur der Verbrauch von Erdöl lag noch darüber. Dabei entfielen 24 % des Kohleverbrauchs auf die Steinkohle und drei Prozent auf die Braunkohle. Bei der Stromerzeugung 2004 war Kohle mit einem Anteil von etwa 37 % der weltweit wichtigste Energierohstoff. In Deutschland ist sie der wichtigste hier abgebaute Energieträger.

3.2. Atomenergie

Die Aussagen in folgendem Text über die Atomenergie beziehen sich weitgehend auf die Quellen von BGR (2006) und LB-SYSTEMTECHNIK (2006).

Die Kernkraft nutzt zurzeit die Energie, die bei der Spaltung des Atomkernes des in der Natur vorhandenen Radionuklids U-235 frei wird. Weltweit sind derzeit 440 Kernkraftwerke in Betrieb, die zusammen circa 16 Prozent des weltweiten verbrauchten Stroms erzeugen. Am Primärenergieverbrauch der Welt hat die **Kernenergie** einen Anteil von weit

unter zehn Prozent. Die Uranvorräte reichen damit für die heute eingesetzten Kraftwerkstypen weniger als einhundert Jahre.

Die weltweite Versorgung mit Kernbrennstoffen, deren Gewinnung weniger als 18 Dollar pro Kilogramm Uran kostet, ist allerdings für die nächsten zehn Jahre sichergestellt, wenn man von einem jährlichen Bedarf von etwa 68.000 Tonnen Uran ausgeht. Der Mengen des 2004 gewonnenen Natururans lag bei 40.657 Tonnen und deckten circa 53 % des Bedarfs. Der übrige Bedarf wird augenblicklich und wohl auch in den kommenden zwei Dekaden aus Lagerbeständen bei den Stromversorgern, wieder aufbereitetem Reaktormaterial und aufgearbeiteten hoch angereichertem Waffenuran gedeckt.

Die Entwicklung der Kernenergie wird zur Zeit jedoch stärker von Problemen der Abfallbeseitigung abgebrannter Brennstoffe und der Schließung unwirtschaftlicher Uranproduktionszentren aus der Zeit vor 1990 bestimmt als von Versorgungsproblemen. Die Kosten für die Schließung von Produktionszentren, wie beispielsweise der WISMUT SDAG, belasten die betroffenen Volkswirtschaften, besonders der neuen Staaten der ehemaligen UdSSR erheblich.

Auch die Beseitigung von Altlasten aus der Zeit des Wettrüstens wie die Reinigung von Atombombentestgebieten, das Verschrotten von Atomwaffen oder die Stilllegung alter Herstellungsanlagen gestaltet sich technisch schwierig und kostenaufwendig.

Die momentan in der Öffentlichkeit durchaus diskutierte Frage des Klimaschutzes und die latent zumindest vorhandene Angst vor zu Ende gehenden fossilen Energieträgern, wird gerne als Argument für die Zukunft der Kernenergie genutzt. Es entsteht der Eindruck, im Notfall stünde, allen Ängsten zum Trotz, die Kernenergie bereit um die Energieversorgung der Zukunft zu übernehmen.

Wollte man die Kernenergie als wesentlichen Faktor in einer zukünftigen Energieversorgung ansehen, bräuchte es aber etwa sechstausend Reaktoren um den heutigen Energiebedarf zu decken. Die Reserveleistung und die Berücksichtigung der Zuwächse der Zukunft wurden dabei nicht berücksichtigt.

Würde ein weltweiter Anteil von 40 % Primärenergie aus Kernkraftwerken angestrebt werden, wären die Uranvorräte innerhalb von zehn Jahren erschöpft. Ein Ausweg wären Kernkraftwerke mit **Brütertechnologie**, deren Brennstäbe sich wieder aufbereiten lassen. Wesentlicher Bestandteil der Brennelemente des Brüters ist das hochgiftige Plutonium, das zudem kernwaffenfähig ist. Weltweit ist die Brütertechnologie praktisch aufgegeben, wegen vieler technischer Probleme aber auch weil der Umgang mit Plutonium sehr schwierig ist.

Die **Kernfusion** kommt, falls überhaupt, viel zu spät. Selbst optimistische Fachleute rechnen mit kommerziell verfügbaren Reaktoren frühestens in 50 Jahren. Zu diesem Zeitpunkt müssen neue energiewirtschaftliche Strukturen aber bereits herausgebildet sein und funktionieren. Ein nukleares Risiko birgt auch die Kernfusion, die große Mengen an schwach radioaktivem Abfall produzieren würde, für den es Endlager geben muss.

Einen großen strukturellen Nachteil haben **Kernfusion und Kernspaltung** gemeinsam: Sie eignen sich nur für sehr große Kraftwerke. Große Kraftwerke aber machen nur in Verbundnetzen wirklich Sinn. Dies hat verschiedene Gründe. Muss ein Kraftwerk abgeschaltet werden, übernehmen andere Kraftwerke innerhalb des Netzes die Energielieferung. Je mehr Kraftwerke sich an einem Netz beteiligen, desto sicherer wir die Versorgung. Wie



groß dieser Nachteil ist, hat Frankreich in den Winterstürmen 1999 erfahren. Dort mussten die großen Reaktoren abgeschaltet werden und kurzfristig durch tausende dezentraler Generatoren ersetzt werden.

In den Industriestaaten mit hohem Bedarf und geringen Entfernungen ist daher eine Vernetzung sinnvoll. Viele Gebiete der Erde weisen aber genau diese Struktur nicht auf. Die Frage warum ein großer Teil der Weltbevölkerung bis heute über keinen Stromanschluss verfügt, ist genau damit zu beantworten.

Je dezentraler die zu versorgenden Einrichtungen sind, desto größer ist der Aufwand der Vernetzung. Es macht daher keinen Sinn, zum Beispiel afrikanische Dörfer mit Kraftwerken der tausend Megawatt-Klasse zu versorgen - abgesehen von anderen Problemen. Selbst in lokalen Kleinnetzen macht dies wenig Sinn, da es unmöglich wäre, die notwendige Reserveleistung sicherzustellen. Dies ist auch der Grund dafür, warum in Flächenstaaten wie den USA oder Frankreich der Strom vergleichsweise häufig ausfällt. Muss ein großes Kraftwerk vom Netz genommen werden, ist gleich eine ganze Region ohne Strom. Zentrale Strukturen können nur begrenzt die Lösung einer globalen und zugleich sicheren Energieversorgung sein.

Nachteile Atomenergie

- **Entsorgung** nicht gelöst
- **Betriebsrisiko** zu hoch
- **Anschläge** durch Terroristen nicht 100 prozentig vermeidbar
- **Uranvorräte sind auch endlich**
- **Importabhängigkeit** Uran
- **Subventionen** in Forschung und Betrieb (Rückstellungen
- **Unwirtschaftlichkeit** (externalisierte Kosten)
- Atomenergie und **Atomwaffen** nicht zu trennen
- Gefahr der Benutzung zu **Kriegs- und Terrorzwecken**

Vorteile Atomenergie

- Sehr **niedrige Stromkosten**
- Deutsche Reaktoren garantieren **sicheren Betrieb** (umstritten)
- **CO_2-freier** Energieträger/Umweltschutz
- Notwendig für die **Grundlast**/Energiemix mit erneuerbaren Energien
- Verringert die **Abhängigkeit** von Gas/Kohle

- Wichtiger **Wirtschaftsfaktor** für Deutschland
- **Entsorgung** kann gelöst werden (umstritten)
- Wichtige **Arbeitsplätze**
- Die ganze **Welt baut wieder Atomkraftwerke**

3.3. Zukunft der regenerativen Energien

Sind die erneuerbaren Energien die Lösung aller Energieprobleme der Zukunft? Der Ursprung aller Energien ist die Sonne. **In weniger als drei Stunden strahlt sie die gleiche Menge Solarenergie auf die Landfläche der Erde, wie weltweit pro Jahr von der gesamten Erdbevölkerung verbraucht wird**.

Der Unerschöpflichkeit des Strahlungsangebots steht eine relativ geringe Energiedichte gegenüber, die einen hohen technischen und auch finanziellen Aufwand bei der Nutzung erfordert. Sonnenenergie kann auf verschiedene Art und Weise genutzt werden. Sie kann entweder direkt, d.h. durch Kollektorsysteme oder indirekt in Form von Biomasse, Wind- oder Wasserkraft genutzt werden. Diese Formen der Sonnenenergie bezeichnet man als die so genannten erneuerbaren Energien:

- Windenergie
- Wasserkraft
- Energie aus Biomasse
- Solarthermie
- Energie aus Fotovoltaik
- Umgebungs- und Erdwärme
- (Geothermie)

Von **erneuerbaren Energien** spricht man, wenn ein Kreislauf entsteht, in dem sich die Energie innerhalb von ca. **80 Jahren** regeneriert. Sonnenenergie, die in fossilen Energieträgen, z.B. Kohle und Erdöl, gespeichert ist, unterliegt ebenfalls einem zeitlichen Kreislauf. Fossile Energieträger entstehen im Laufe der Zeit durch den Einschluss von Pflanzen in geologische Schichten. Die Regenerationszeit liegt dabei allerdings bei mehreren Millionen Jahren, weshalb hier nicht von regenerativen sondern von fossilen Energieträgern gesprochen wird.

Die Problematik bei der Verwendung fossiler Brennstoffe liegt darin, dass der gebundene Kohlenstoff in Form von CO_2 freigesetzt und nicht innerhalb angemessener Zeit wieder aus der Atmosphäre entzogen wird. Dies erhöht die CO_2-Konzentration der Erdatmosphäre und trägt damit maßgeblich zum Treibhauseffekt bei. Im Gegensatz zu den fossilen Ener-

gieträgern bietet Energie aus Sonne, Wind, Wasser oder Biomasse den großen Vorteil einer praktisch CO_2-freien oder CO_2-neutralen Erzeugung von Strom und Wärme. Die erneuerbaren Energien können daher innerhalb des Energiemixes einen wertvollen und zukünftig weiter steigenden Beitrag zur Schonung des Klimas und der Umwelt leisten.

In verschiedenen Studien wird ihnen ein technisches Potential von etwa einem Drittel an der gesamten Energieversorgung eingeräumt. Im Jahr 2005 konnten in Deutschland etwa 4,5 % (143.055 GWh) (2003: 3,3 %; 2004 3,6 %) des Primärenergiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden (BMU 2005).

Bis Mitte des nächsten Jahrhunderts kann und muss dieser Anteil erheblich ansteigen. Die Voraussetzungen dafür sind jedenfalls gegeben. Die erneuerbaren Energien sind damit in der Lage, neben der dringend erforderlichen Energieeinsparung und rationellen Energienutzung einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Die Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien ist heute jedoch noch vergleichsweise teuer. Der Weg hin zur Wirtschaftlichkeit wird auch dadurch erschwert, dass die Energie nicht immer dann zur Verfügung steht, wenn sie benötigt wird. Außerdem hat die Nutzung erneuerbarer Energien ebenfalls Auswirkungen auf die Umwelt, wenngleich die Beeinträchtigungen bedeutend geringer sind als bei herkömmlichen Techniken.

3.4. Energiedaten Deutschland

Die Bundesrepublik Deutschland verbrauchte im Jahr 2004 Energie von ca. 555 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten (Mio. t SKE) (Abbildung 12). Dies stellt den so genannten **Primärenergieverbrauch** dar. Ein Großteil davon musste importiert werden. Von diesem Primärenergieverbrauch müssen der nichtenergetische Verbrauch, Umwandlungsverluste und der Verbrauch in den Energiesektoren abgezogen werden, um den **Endenergieverbrauch** zu erhalten. Davon gehen ca. 30 % an den privaten Haushalt. Die Energie, die letztendlich genutzt wird, heißt **Nutzenergie**.

Trotz wirtschaftlichem Wachstum ist der Primärenergieverbrauch in Deutschland ist seit Beginn der 90er Jahre im **Trend leicht rückläufig** (Abbildung 13). Die Verbrauchsabnahme beträgt seit diesem Zeitpunkt rund 4 %. Schwankungen um den rückläufigen Trend des Energieverbrauchs waren in den vergangenen Jahren hauptsächlich auf den Einfluss der Witterungsbedingungen zurückzuführen. In kalten Wintern erhöht sich der Heizwärmebedarf deutlich. (UMWELTBUNDESAMT 2006)

Wie schon oben erwähnt wurde, ist Deutschland ist für seine Strom-, Wärme- und Kraftstoffversorgung zu drei Vierteln auf Rohstoffimporte angewiesen. Auch wenn die Bundesrepublik noch lange Kohle, Gas und Öl brauchen wird, können die erneuerbaren Energien langfristig einen signifikanten Beitrag zur deutschen Energieversorgung leisten.

Im Jahr 2005 hatten die erneuerbaren Energien schon immerhin einen Anteil von 4,5 % am Primärenergieverbrauch (Abbildung 14).

Rund die Hälfte der gesamten Endenergie aus erneuerbaren Energiequellen wird durch Biomasse bereitgestellt (Abbildung 15). Bezogen auf die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien hat Biomasse (hauptsächlich Holz) einen Anteil von 93 %. Für die Stromer-

zeugung aus erneuerbaren Energien hingegen sind vor allem die Windenergie mit 45,2 % und die Wasserkraft mit 37,2 % Anteil von großer Bedeutung. (BMU)

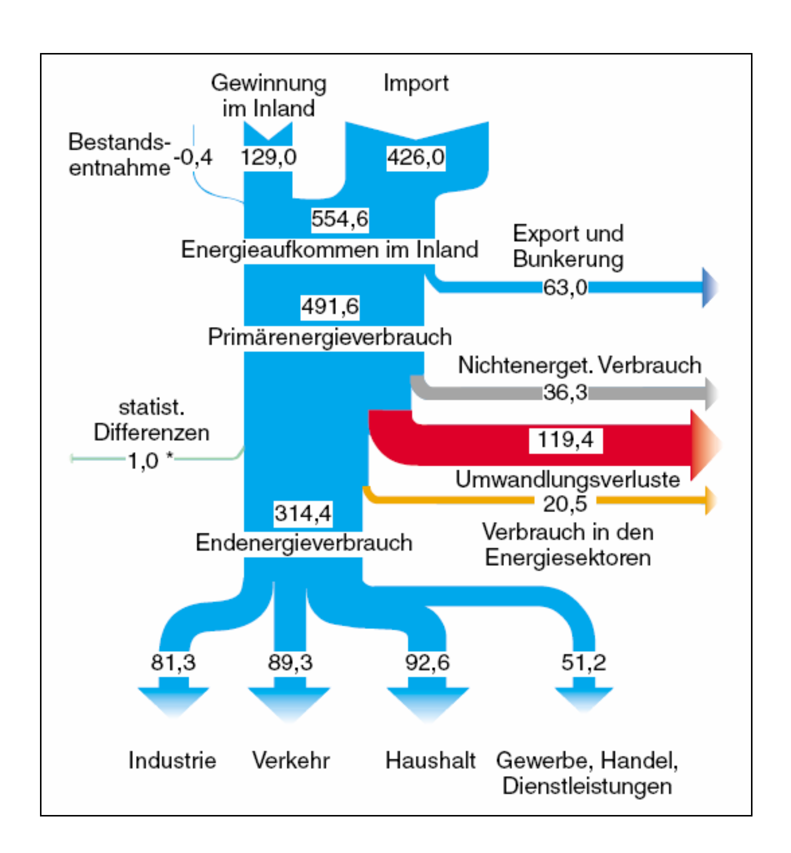


Abbildung 12: Energieflussbild in Deutschland in Mio. t SKE im Jahr 2004 (Quelle: AGEB 2006)

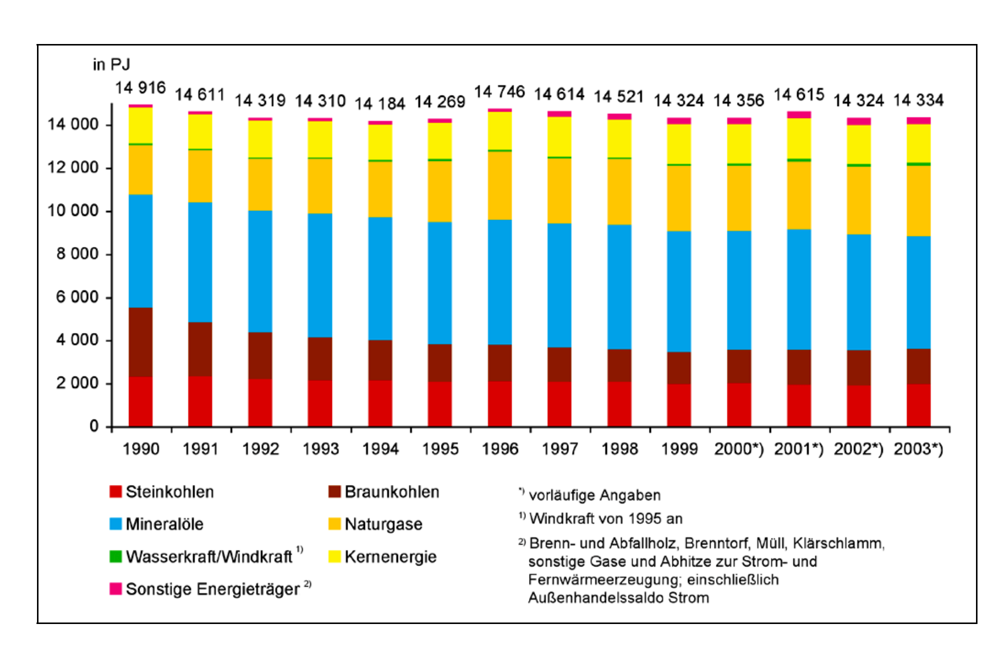


Abbildung 13: Primärenergieverbrauch (nach Wirkungsgradmethode) in Deutschland nach Energieträgern (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2006)



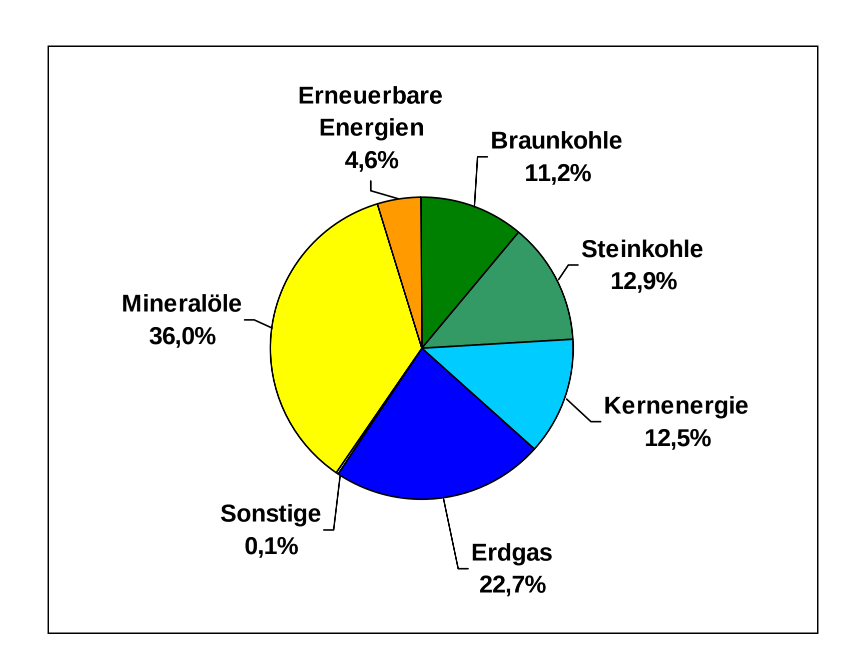


Abbildung 14: **Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2005 (Daten: BMU 2006a)**

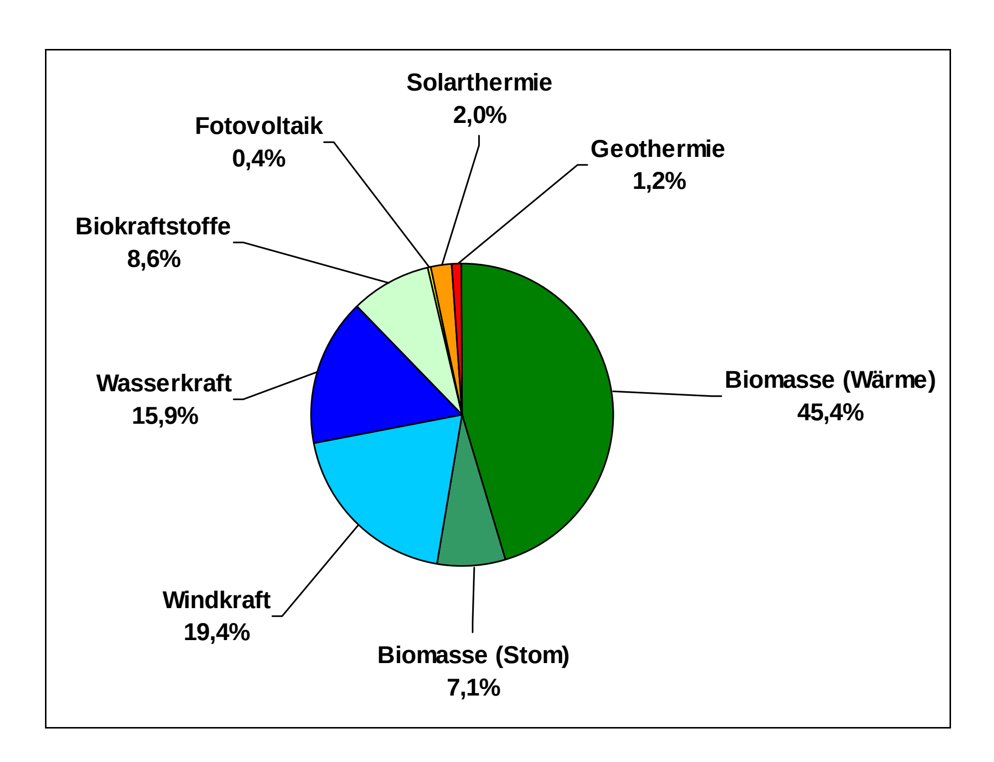


Abbildung 15: **Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien 2004 (Daten: BMU 2005)**

Für den Installateur besonders interessant ist die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien. Wie die Abbildung 16 zeigt, haben die biogenen Festbrennstoffe in privaten Haushalten den größten Anteil der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien. Im Vergleich dazu spielt die Solarthermie mit 3,7 % nur eine untergeordnete Rolle.

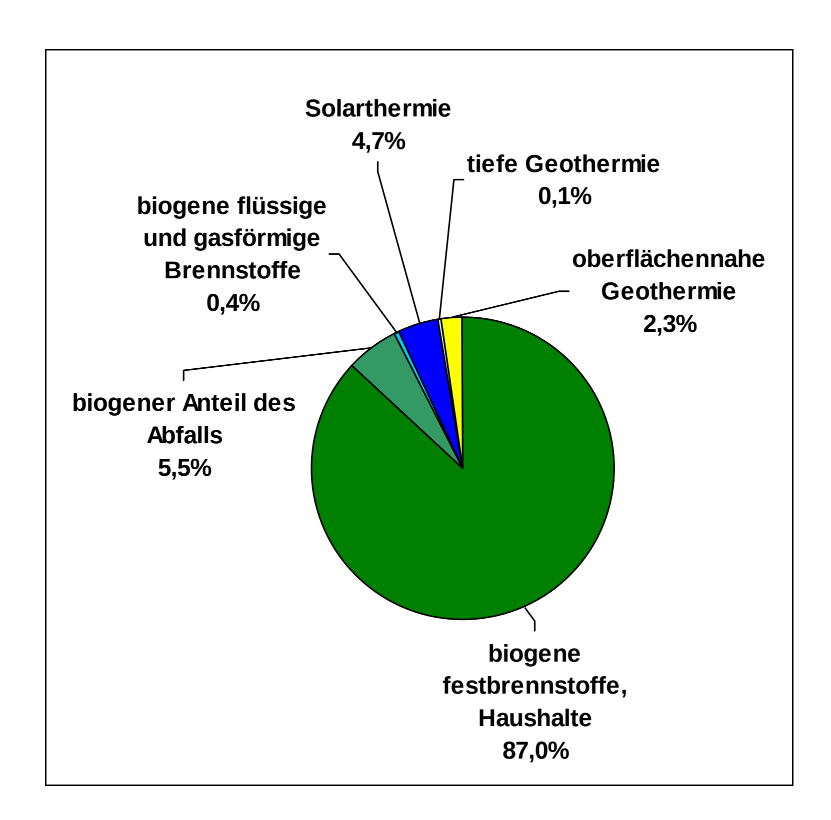


Abbildung 16: Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien 2005 (Daten: BMU 2006b)

4. Marketing und Verkaufsargumente

Ein wesentlicher Faktor, der für den Erfolg der Verbreitung von Biomasseheizanlagen verantwortlich ist, ist das Marketing eines Handwerkbetriebs. Damit sind hier nicht komplizierte betriebswirtschaftliche Maßnahmen gemeint, sondern vielmehr einfache und leicht verständliche Anregungen und Tipps, die im praktischen Alltag eines Installateurs hilfreich sein sollten.

4.1. Die Bedeutung der Information

Installateure leben von den Aufträgen der Kunden. Sie verkaufen ihre Leistungen in Form von qualifizierter Arbeitsausführung und wenden dabei Arbeitszeit auf. Dadurch kommt eine **Geschäftsbeziehung** zustande.

Die Verbreitung von Biomasseheizanlagen hat vor noch nicht allzu langer Zeit begonnen. Deshalb stehen diese „innovativen" Heizsysteme unter besonderer Beobachtung der Öffentlichkeit und auch der potenziellen Kunden. Alles was neu ist, macht auf der einen Seite neugierig und ist interessant, wird aber auch in erhöhtem Maße kritisch betrachtet. Der Kunde einer solchen innovativen Heizanlage ist selbst oft reichlich informiert. Er holt seine Informationen über das Internet, Informationsveranstaltungen (z.B. Solartage) und Zeitungen. Diese Tatsache muss vom Installateur berücksichtigt werden, da hohe Ansprüche an den Installateur gestellt werden.

Der kritische Kunde verlangt nämlich neben einer perfekten Installation auch vermehrt nach einer guten Beratung. Diese Beratung sucht er vermehrt beim Installateur. Deshalb sollte der Installateur immer auf dem aktuellsten Stand der Technik sein, aber auch über die momentanen politischen Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien und des Heizens mit Biomasse auf dem Laufenden sein.

Wissen ist Macht,

Wissen bringt Kunden!

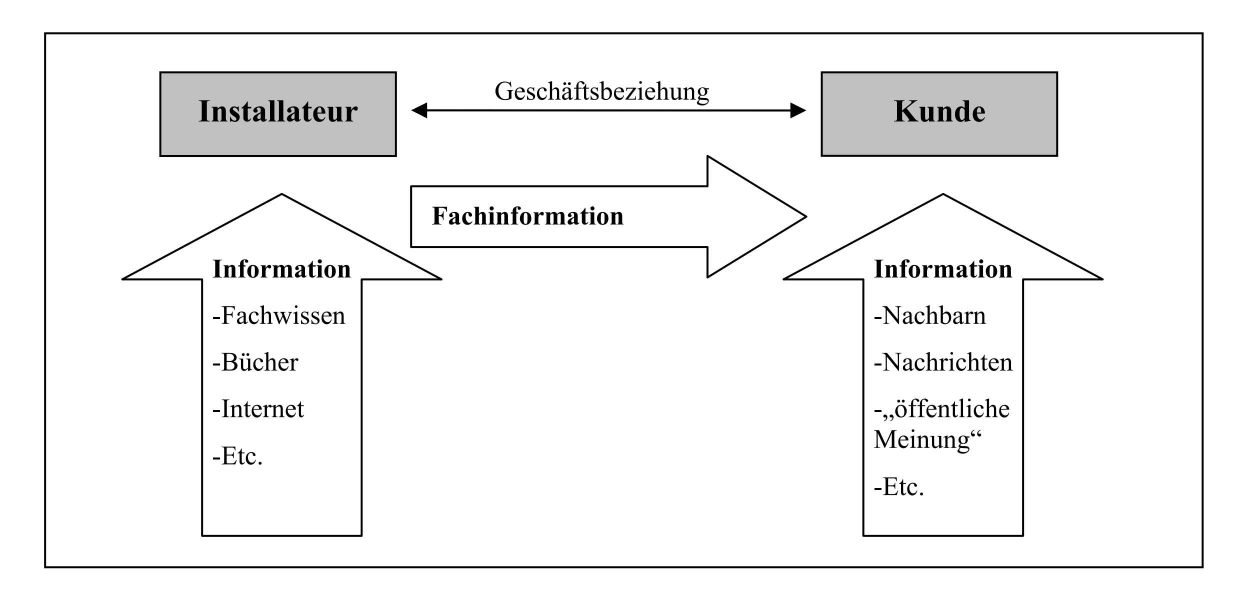


Abbildung 17: Geschäftsbeziehung zwischen Installateur und Kunde

Für den Installateur stehen folgende allgemeine Informationsquellen zur Verfügung:

- Internet
- Bücher
- Fachzeitschriften
- Andere Installateure (Kollegen)
- Schulungen
- Messen und Ausstellungen
- Herstellerinformationen
- Informationsveranstaltungen
- Nachrichten (Fernsehen und Zeitung)

Angaben zu Informationsquellen wurden bereits in Kapitel III gemacht.

4.2. Das Kundengespräch

Im Kundengespräch werden die Grundlagen für Empfehlungen und weitere Aufträge gelegt. Einige einfache Dinge sollte der Handwerker im Gespräch mit ihren Kunden unbedingt beachten. **Fehler** lassen sich vermeiden, wenn man weiß, was Kunden ärgert:



- Zu spät kommen (ohne Entschuldigung)
- Ungehobelte Auftritte (z.B. ohne sich vorzustellen, mit einem „Wir wären jetzt da" hereinplatzen)
- Ungepflegtes Auftreten (z.B. dreckige Kleidung und Schuhe, miese Laune, schlampiger Werkzeugkoffer, Kippe im Mundwinkel)
- Beschädigungen am Inventar des Kunden (z.B. Werkzeugkasten auf Teppich oder Parkettboden abstellen, ohne etwas darunter zu legen)
- Keine Information (Nichts sagen, nichts erklären, gleich mit der Arbeit beginnen)
- Unhöfliches Verhalten (Gehen und kommen, wann man will. Ohne zu fragen die Toilette benutzen oder rauchen)
- Keine Abnahme (stattdessen nur kurz rufen: „Wir wären jetzt fertig!" oder: „Unterschreiben Sie mal hier.")
- Zurücklassen von Dreck, Verpackung
- Alleine lassen des Kunden bei Lieferverzug, Mängeln, Falschbestellungen, selbst verschuldeten Problemen
- Beschwerden missachten
- Kritik zurückweisen
- Sich nicht in die Lage des Kunden versetzen können

Auch bei der Berücksichtigung aller Vorsichtsmaßnahmen und sogar bei sauber und korrekt ausgeführten Installationen sind **Beschwerden** oft nicht vermeidbar. Sie sind ärgerlich und bedeuten für den Installateur Mehrarbeit, da er sich mit dem Kunden auseinandersetzen muss und ggf. die Reklamation beheben muss.

Beschwerden bedeuten aber auch psychischen Stress - und zwar für beide Seiten: Bevor ein Kunde seinem Ärger Luft macht, schluckt er ihn meist lieber runter. Studien besagen, dass sich nur 4 % der unzufriedenen Kunden zu Wort melden. Wenn sich also ein Kunde beschwert, hat er sich das im Normalfall gut überlegt.

Es kann empfohlen werden, bei einer Beschwerde innerlich erst einmal einen Gang zurückzuschalten: „**Den Kunden gewähren und ihn ausreden lassen, auch wenn die Argumente sofort entkräftet werden könnten**." Wichtig ist, jede Beschwerde ernst zu nehmen. Im Folgenden werden einige Regeln für den richtigen Umgang mit Beschwerden aufgelistet:

- Beschwerden nicht persönlich nehmen
- Den Kunden das Problem schildern und ihn ausreden lassen, auch wenn er aggressiv wird. Wer verärgert ist, möchte erst mal „Dampf ablassen"!
- Gezielt nachfragen, um den Sachverhalt zu klären

- Sachlich bleiben
- Sich entschuldigen - auch wenn man nichts mit der Sache zu tun habt.
- Wiederholt nachfragen ob der Sachverhalt richtig verstanden wurde.
- Vertrauen schaffen durch das zugeben von Fehlern
- Keine Ausreden vortragen
- Wenn der Kunde die Fehlerursachen nachvollziehen kann, zeigt er in der Regel Verständnis
- Eine konkrete Lösung anbieten und mit dem Kunden absprechen
- Nach dem Kundengespräch alles Nötige veranlassen, damit Probleme aus der Welt geschafft werden.
- Dem Kunden umgehend mitteilen wenn Fehler behoben wurden
- Gute Nachrichten hört der Kunde besonders gern!

Es ist sinnvoll Beschwerden, die in einem Unternehmen eingehen zu sammeln und auszuwerten. So kann der Installateur auf bestimmte Pannen aufmerksam gemacht werden. Fehlerquellen können beseitigt werden.

Im vorherigen Kapitel wurde schon auf die Wichtigkeit von Information hingewiesen. Dies gilt auch für das Kundengespräch in dem der Kunde informiert werden will. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten ein Kundengespräch professionell zu gestalten und vorzubereiten. Im Folgenden werden einige Tipps gegeben, die ein noch besseres Kundengespräch gelingen lassen:

- Sich Zeit nehmen
- Gemeinsame Bestandsanalyse durchführen
- Anschauungsmaterial (z.B. Grafiken) mitnehmen und erklären
- Flyer austeilen (Von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe können z.B. Flyer über „Heizen mit Holz, Technik, Brennstoffe, Förderung“ im 50er Pack kostenlos bestellt werden.)
- Firmenprospekte verteilen
- Probepäckchen mit Pellets verschenken
- Einen kleinen Beutel mit Hackschnitzel mitbringen und herzeigen
- Aktuelle Berechnungen zusammen mit dem Kunden aufstellen (Notebook mitnehmen)

Energie ist zwar erlebbar (Licht, Wärme) viele Menschen haben jedoch Schwierigkeiten ihren Energieverbrauch mengenmäßig zu begreifen. Ein sehr gutes Beispiel, wie man dem



Kunden einen Anhaltspunkt ihres Energieverbrauchs geben kann, ist der Vergleich verschiedener, alltäglicher Tätigkeiten im Vergleich, wie sie in Abbildung 18 dargestellt wird. Legt man dem Kunden diese Abbildung vor, kann er sich ein Bild von „Energie“ machen. Besonders interessant für den Heizungsinstallateur ist hierbei der Hinweis an den Kunden, dass vor allem beim Heizen und beim Warmwasserverbrauch große Einsparpotenziale vorhanden sind. Der Kunde muss das Gefühl bekommen, dass er diese Potenziale mit Hilfe des qualifizierten Installateurs nutzen kann.

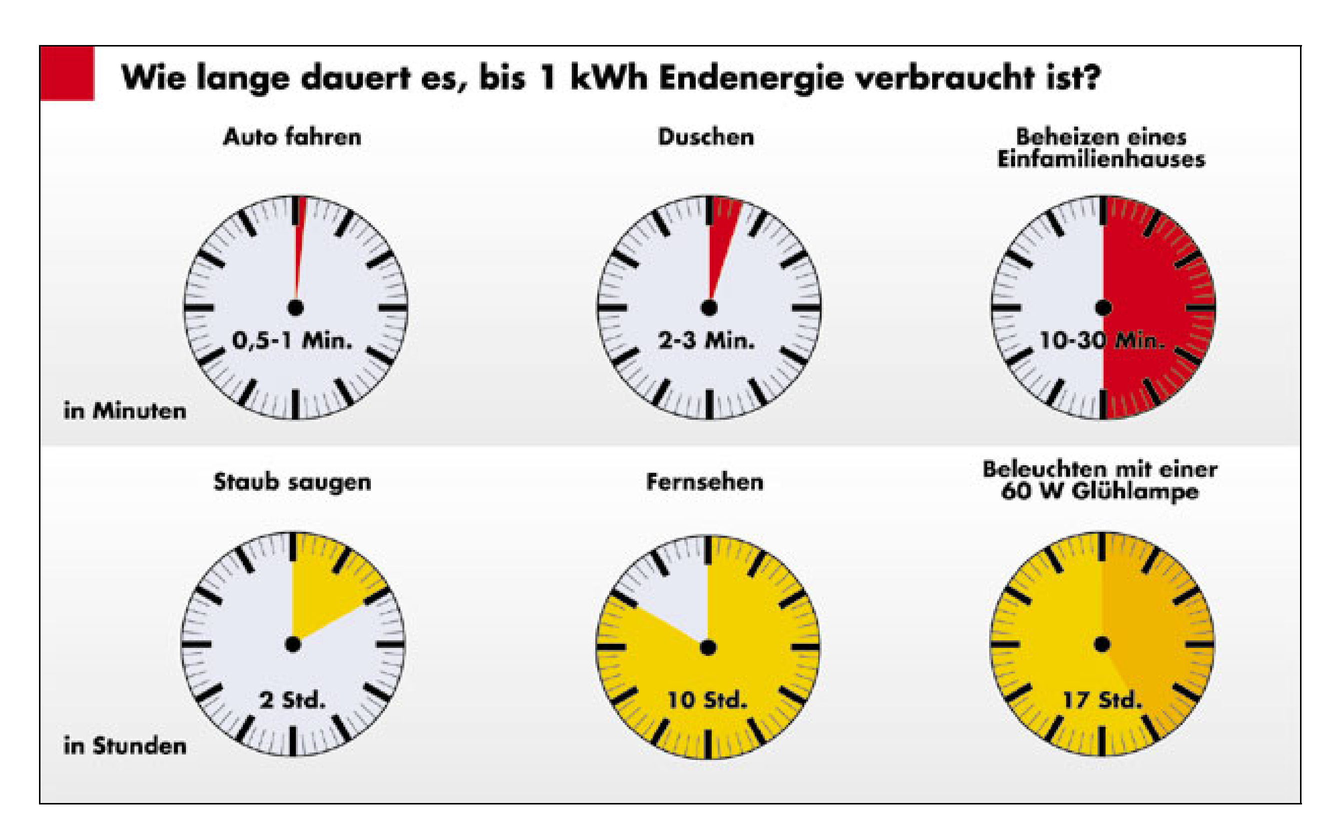


Abbildung 18: Veranschaulichung des Energieverbrauchs anhand unterschiedlicher Tätigkeiten im Vergleich (Quelle: STMWIVT 2006)

4.3. Argumente für das Heizen mit Biomasse

4.3.1 Ökologische Argumente

Verringerung des Treibhauseffekts

- Pellets, Hackschnitzel und Scheitholz werden im Gegensatz zu fossilen Energieträgern als CO_2-neutral bezeichnet. Das bedeutet, dass bei der Verbrennung von Biomasse die Menge an Kohlenstoffdioxid (CO_2) freigesetzt wird, die der Baum zuvor beim Wachsen aufgenommen hat (geschlossener Kohlenstoffkreislauf). Bei der

Verbrennung von fossilen Energieträgern wird dagegen Kohlenstoffdioxid freigesetzt, das seit Millionen von Jahren gespeichert ist. Diese Freisetzung führt zu einer Erhöhung des CO_2-Gehaltes in unserer Atmosphäre und ist maßgeblich für den anthropogenen Treibhauseffekt verantwortlich.

- Die Oberflächentemperatur auf der Erde steigt so schnell wie noch nie. Parallel dazu steigt die CO_2-Konzentration in der Erdatmosphäre. Ein Zusammenhang ist in der Fachwelt anerkannt
- Seit Beginn der Klimaaufzeichnungen 1880 war das Jahr 2005 das wärmste Jahr auf der Erde. Die anderen warmen Jahre waren nach 1998, 2002, 2003 und 2004 (NASA)
- Zunahme des Treibhauseffektes durch Verdoppelung des CO_2 -Gehaltes bis 2030
- Erhöhung der globalen Mitteltemperatur um 1,5 bis 5,8° C bis zum Jahr 2100
- Weiteres Abschmelzen der Gletscher bedeutet Verlust der größten Trinkwasserspeicher
- Anstieg der Meeresspiegel um 10 bis 90 cm bis zum Jahr 2100
- Zunahme großer Naturkatastrophen gegenüber den sechziger Jahren um das Dreifache mit einem achtmal größeren Schadensaufwand

Kein Transportrisiko

- Biomasse (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) ist ungefährlich und ungiftig.
- Gefährliche Nebeneffekte der Nutzung fossiler Energien werden vermieden (z.B. Öltankerunglück auf See)

4.3.2 Ökonomische Argumente

Regionale Arbeitsplatzschaffung

- Entstehen heimischer Arbeitsplätze
- Größere regionale Wertschöpfung
- Wachstums- und Exportchancen für Deutschlands Wirtschaft

Preisvorteil

- Preisstabilität: Seit Jahrzehnten konstante und daher kalkulierbare Preisentwicklung im Biomassebereich
- Durch kurze Transportwege preisstabiler bei Treibstoffkostenerhöhungen

Potenzial Biomasse

- Ca. ein Viertel der Landmasse auf der Welt ist mit Wald bedeckt
- Deutschland liegt mit knapp 30 % Waldanteil knapp über dem Weltdurchschnitt



- Der Zuwachs an Holz beträgt in Deutschland jährlich 57,6 Mio. Festmeter. Davon werden derzeit jedoch nur 37,6 Mio. Festmeter genutzt. Allein der ungenutzte Teil von 20 Mio. Festmetern stellt ein Erdöl-Äquivalent von mindestens 5 Mrd. Liter Heizöl dar. Bei einem Jahresverbrauch von 32 Mrd. Liter Heizöl in Deutschland wird klar, welch enormes und immer noch brach liegendes Potenzial im Brennstoff Holz liegt.

4.3.3 Soziale Argumente

- Sonnenenergie (und damit auch Bioenergie) steht als einzig dauerhaft verträgliche Form unbegrenzt und krisensicher zur Verfügung
- Die Verwendung der CO_2-neutralen Biomasse dokumentiert Verantwortungsbewusstsein gegenüber der Mitwelt
- Die Verwendung der CO_2-neutralen Biomasse dokumentiert Verantwortungsbewusstsein gegenüber der nächsten Generationen
- Reduzierung der Ausbeutung von Menschen in Entwicklungsländern
- Schonung der Ressourcen für zukünftige Generationen

4.3.4 Politische Argumente

Verpflichtungen und Strategien Deutschlands

- Kyoto-Protokoll: Deutschland soll in 2020 40 % weniger CO_2 ausstoßen als 1990
- Bundeskanzlerin Angela Merkel hat der Energiewirtschaft auf dem Energiegipfel am 03.04.2006 zugesagt, bis zum Jahr 2012 für die Weiterentwicklung und den Ausbau der Erneuerbaren Energien bis zu 40 Milliarden Euro zu investieren.
- Erneuerbare Energien sind teil der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands.
- Nachhaltige Forstwirtschaft und Holznutzung verringern den Anstieg der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre und steuern dem Treibhauseffekt entgegen. Dies unterstützt die Zielsetzung der Bundesregierung, den CO_2-Ausstoß in den kommenden Jahren deutlich zu senken (entspricht der Zielsetzung der Konferenz von Rio).
- Im Weißbuch der Europäischen Union ist als Ziel die Verdoppelung der erneuerbaren Energien in den nächsten zehn Jahren enthalten. 80 % dieses Ausbaupotenziales soll auf Biomasse entfallen

Ressourcenknappheit fossile Energieträger

- Fast 50 % der leicht gewinnbaren Erdölreserven der Erde sind bereits verbraucht
- 78 % der Erdölvorräte liegen in den Ländern der OPEC



- Derzeit verbrauchen 20 % der Weltbevölkerung rund 80 % der Ressourcen
- „Alles spricht dafür, dass die Ölpreise auf einem hohen Niveau verharren. Wir müssen uns wirtschaftlich und politisch auf diese Sachlage einstellen. Es ist notwendig, eine neue Strategie zu entwickeln, mit dem Ziel, das Erdöl schrittweise durch andere Energien zu ersetzen, namentlich durch erneuerbare oder alternative Energien.“ Stellvertretende Vorsitzende der Europäischen Union, Loyola de Palacio in einer Mitteilung an die EU-Kommission.
- Nach Einschätzung von Shell wird der Weltenergieverbrauch in den nächsten fünfzig Jahren auf das Dreifache anwachsen. Wesentliche Ursachen sind das Weltbevölkerungswachstum von 6 auf 9 Milliarden Menschen und der wirtschaftliche Nachholbedarf in den Entwicklungsländern. Um das Jahr 2020 werden einige erneuerbare Energien volle Wirtschaftlichkeit erreicht haben.

Versorgungssicherheit und Unabhängigkeit

- Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern
- Unabhängigkeit von Importenergie
- Unabhängigkeit von anderen Ländern
- Unabhängigkeit von internationalen Energiekrisen (Ölkrise)
- Biomasse trägt zur Strategie einer unabhängigen Energieversorgung Deutschlands bei.



5.Der Brennstoff Biomasse

Biogene Brenn- und Treibstoffe gelten im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern (z. B. Kohle, Erdöl, Erdgas, Uran) als **Klima schonend**. Durch deren Nutzung kommt es kaum zur Erhöhung der Treibhausgase in der Erdatmosphäre. Treibhausgase sind, wie schon in Kapitel 1 erklärt wurde, vor allem Kohlendioxid (CO_2), das bei der Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt wird, aber auch um Methan (CH_4) oder Distickstoffoxid (N_2O). Diese Gase werden für den anthropogenen Treibhauseffekt (= vom Menschen verursacht) verantwortlich gemacht.

Bei der energetischen Nutzung von Biomasse wird zwar ebenfalls Kohlendioxid (CO_2) freigesetzt, allerdings wurde die dabei emittierte Menge an CO_2 zuvor durch das Pflanzenwachstum der Atmosphäre entzogen und in der organischen Masse gebunden. Dennoch sind auch Energieträger auf Biomassebasis nicht vollkommen „CO_2-neutral", da meist fossile Energieträger für die Bereitstellung und Nutzung der Biomasse benötigt werden (z. B. für die Düngemittelproduktion, Ernte und Transport, elektrische Beschickung und Feuerungsregelung).

Der Einsatz von Biomasse trägt außerdem zur **Schonung der endlichen fossilen Energieressourcen** bei. Da sich alle biogenen Brennstoffe letztlich auf den Photosyntheseprozess der Pflanzen zurückführen lassen, handelt es sich bei deren energetischen Verwertung um eine indirekte Solarenergienutzung und damit auch um eine erneuerbare (= regenerative) Energiequelle. Das gilt für sämtliche Arten von Biomasse wie z.B. für holzartige Reststoffe, halmgutartige Rückstände und Nebenprodukte, Dung bzw. dem daraus gewinnbaren Biogas sowie den Energiepflanzenanbau.

Zur nachhaltigen Nutzung der Biomasse gehört, dass generell nur die Menge an organischer Masse genutzt werden darf, die wieder nachwächst. Dabei muss die Produktivität der Produktionsflächen langfristig erhalten bleiben.

5.1. Formen der energetischen Biomassenutzung

Unter dem Begriff **Biomasse** werden sämtliche Stoffe organischer Herkunft (d. h. kohlenstoffhaltige Materie) verstanden, die sich innerhalb absehberer Zeit (0-100 Jahre) reproduzieren. Biomasse beinhaltet damit

- lebende Pflanzenmasse,
- abgestorbene aber noch nicht fossile Biomasse (z. B. Holz oder Stroh),
- lebende Tiermasse
- abgestorbene Tiermasse,

- tierische Rückstände (z. B. Exkremente, Dung),
- umgewandelte organische Stoffe (z. B. Pflanzenöl, Alkohol, Papier, Schlachthofabfälle).

Die Abgrenzung der Biomasse gegenüber den fossilen Energieträgern beginnt beim Torf. Torf ist ein Zwischenprodukt der Verrottung pflanzlicher Biomasse und zählt im strengeren Sinn unter dieser Begriffsabgrenzung nicht mehr zur Biomasse. Dies widerspricht in einigen Ländern (u. a. Schweden, Finnland) der üblichen Praxis, wo Torf auf Grund der hohen Nachbildungsraten zur Biomasse gezählt wird (HARTMANN 2003a).

Unter einem **Energieträger** wird ein Stoff verstanden, aus dem direkt oder durch eine oder mehrere Umwandlungen Nutzenergie gewonnen werden kann. Demzufolge können Energieträger nach dem Grad der Umwandlung in Primär- und Sekundärenergieträger sowie in Endenergieträger unterteilt werden. Der jeweilige Energieinhalt dieser Energieträger ist die Summe aus Primärenergie, Sekundärenergie und Endenergie. Aus der Endenergie wird die Nutzenergie gewonnen. Diese einzelnen Begriffe können nach HARTMANN (2003a) wie folgt definiert werden:

- Unter der **Primärenergie** werden Energieformen oder Energieträger verstanden, die noch keiner technischen Umwandlung unterworfen wurden.
- **Sekundärenergieträger** werden durch Umwandlungen in technischen Anlagen aus Primär- oder anderen Sekundärenergieträgern hergestellt. Dabei kommt es u. a. zu Umwandlungs- und Verteilungsverlusten.
- Unter **Endenergieträgern** (bzw. Endenergie) werden die Energieformen verstanden, die der Endverbraucher bezieht (z. B. Heizöl oder Rapsöl im Öltank vor dem Ölbrenner, Scheitholz oder Holzhackschnitzel an der Feuerungsanlage, elektrische Energie vor dem Stromzähler, Fernwärme an der Hausübergabestation).
- Als **Nutzenergie** wird letztlich die Energie bezeichnet, die nach der letzten Umwandlung in den Geräten des Verbrauchers für die Befriedigung der jeweiligen Bedürfnisse (z. B. Raumtemperierung, Nahrungszubereitung, Information, Beförderung) zur Verfügung steht. Sie wird gewonnen aus Endenergieträgern bzw. der Endenergie, vermindert um die Verluste dieser letzten Umwandlung (z. B. Verluste infolge der Wärmeabgabe einer Glühbirne für die Erzeugung von Licht, Verluste in einer Hackschnitzelfeuerung bei der Nutzwärmebereitstellung).

Die Herkunft biogener Festbrennstoffe kann sehr unterschiedlich sein:

- Durchforstung und Ernte von Waldholz
- Holzbe- und -verarbeitenden Industrie
- Landschaftspflege (Holz und Halmgut)
- Landwirtschaft (Energiepflanzen, Stroh, Aufbereitungsrückstände, etc.)



- Entsorgung (Gebrauchtholz)

Entsprechend dem großen Angebot der Biomasseherkunft ist auch die Vielfalt bei den Brennstoffarten, Aufbereitungsformen und Qualitäten groß. Zur energetischen Nutzung von Bioenergie zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung stehen derzeit folgende biogene Energieträger zur Verfügung (Abbildung 19):

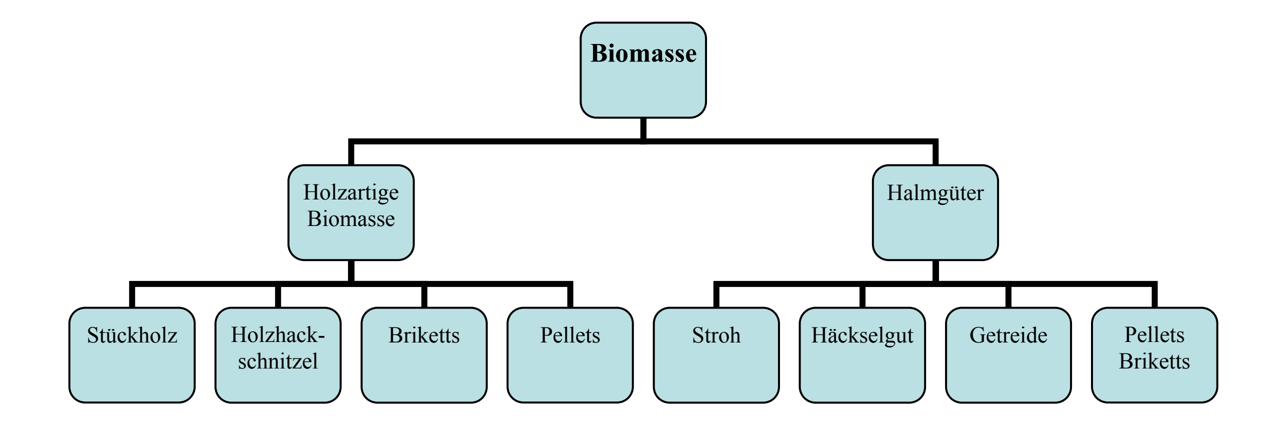


Abbildung 19: Mögliche biogene, Energieträger zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung für Kleinanlagen

Im Allgemeinen kann zwischen holzartiger Biomasse und Halmgütern unterschieden werden. Momentan verzeichnet die Nutzung der **holzartigen Biomasse** einen rasanten Marktaufschwung. Aufgrund technischer und moralisch-ethischer Probleme spielt die **Halmgutnutzung** dagegen bisher eine untergeordnete Rolle.

5.1.1 Stückholz

Holz ist der älteste vom Menschen verwendete Energieträger. Schon seit Zeiten wurde er vor allem zum Kochen, aber auch zum Heizen verwendet. Durch die Industrialisierung ging seine Bedeutung im Laufe der Jahre zurück. Weltweit gesehen liefert Holz aber einen Anteil am Primärenergieverbrauch in der Größenordnung von 10 %. Vor allem in den Entwicklungsländern wird heute noch Holz zur Wärmegewinnung und zum Kochen verwendet.

Traditionell wird Holz zum Beheizen von Küchenherden, Kachelöfen, offenen Kaminen und Kaminöfen eingesetzt. Meist handelt es sich dabei um eine Zusatzheizung zur normalen Öl- oder Gasheizung. Heute werden auch vermehrt Zentralheizungskessel, die mit Holz beschickt werden, auf dem Markt angeboten.

Holz wird in der Regel als Baum gefällt, dann gerückt, getrocknet, gelagert, gespalten und transportiert. Diese Arbeitsreihenfolge kann auch zum Teil geändert sein. In Deutschland erfolgt die Bereitstellung von Stückholz durch den Forstbetrieb, einen Lohnunternehmer

oder durch private Nutzer. Oft wird marktfähiges, fertig gespaltenes oder ungespaltenes Brennholz bereits ab der Waldstraße an Selbstabholer zum Verkauf angeboten. Die Brennstofflängen ergeben sich aus den Bruchteilen eines Meters. So sind Längen von 25, 33, 50 und 100 cm üblich. Am Markt dominieren 33 cm Scheite.

Für die Planung und zur Abschätzung der Brennstoffvorräte sind **Mengenangaben** des Holzes notwendig. Scheitholz wird üblicherweise nach Volumen gehandelt. Als Bezugsgröße dafür wird in der Regel der Rauminhalt von einem Kubikmeter gestapeltem Holz verwendet. Dieser wird als „Raummeter“ oder „Ster“ bezeichnet (Achtung: In Österreich ist ein Ster mit einen Schüttraummeter gleichzusetzen und nicht mit einem Raummeter).

Bei der Mengenmessung kann überschlägig davon ausgegangen werden, dass ein Kubikmeter gestapeltes Holz etwa 0,7 Festmetern entspricht (Abbildung 20). Diese Faustregel gilt für Meterholz. Andere Aufbereitungsformen haben die in Tabelle 1 angegebenen Umrechnungszahlen.

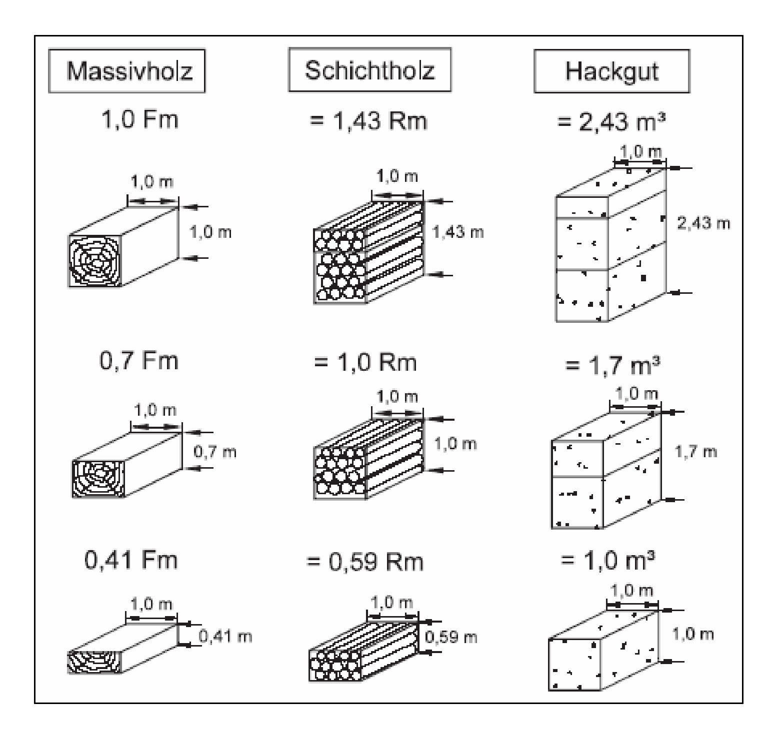


Abbildung 20: Umrechnungsfaktoren für Festmeter (Fm) Raummeter (Rm) und Schüttraummeter (m²) (nach CMA 2003 in HARTMANN 2003b)



	Ein Raummeter enthält	Schwankungsbereich
Rollen und Scheiter (1 m, geschichtet)	0,75 Fm	0,70 - 0,80
Prügel, krumme Rollen und Scheiter (1 m, geschichtet)	0,65 Fm	0,60 – 0,70
Knüppel, Äste, Reisig (geschichtet)	0,35 Fm	0,20 – 0,50
Waldhackgut (geschüttet)	0,40 Fm	0,35 – 0,45
Sägespäne (geschüttet)	0,33 Fm	0,31 – 0,35

Tabelle 1: Umrechnung von Raummeter (Rm) auf Festmeter (Fm) Holz für verschiedene Brennstoffe (ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT 1998)

Das Holz **verschiedener Baumarten** kann sehr unterschiedliche Eigenschaften haben. So variiert z.B. der **Heizwert** erheblich, wie in Abbildung 21 ersichtlich ist. Diese Tatsache ist unter anderem auf die unterschiedliche Rohdichte von Holz verschiedener Baumarten zurückzuführen, wie Abbildung 22 darstellt. Neben der Dichte des Holzes und der Holzsorte wird der Heizwert aber auch vom Wassergehalt des Holzes beeinflusst. Nähere Angaben zum Heizwert finden sich in Kapitel 5.2.3.

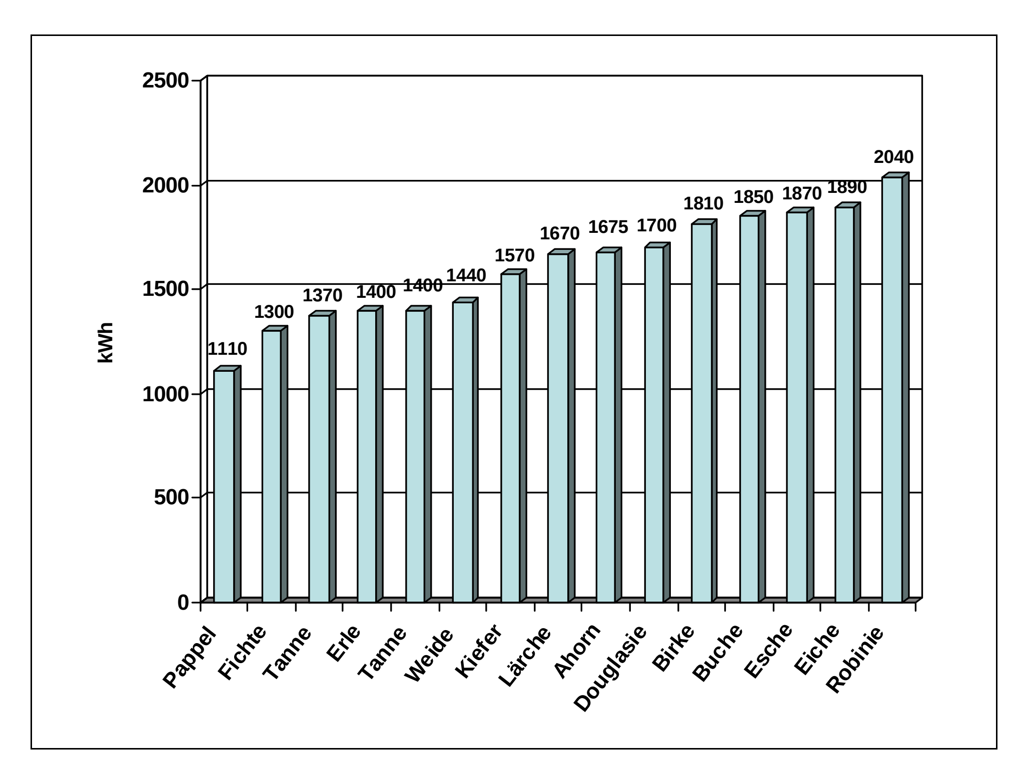


Abbildung 21: Heizwert (kWh) unterschiedlicher Holzarten eines Raummeters Holz bei einem Wassergehalt von 20%



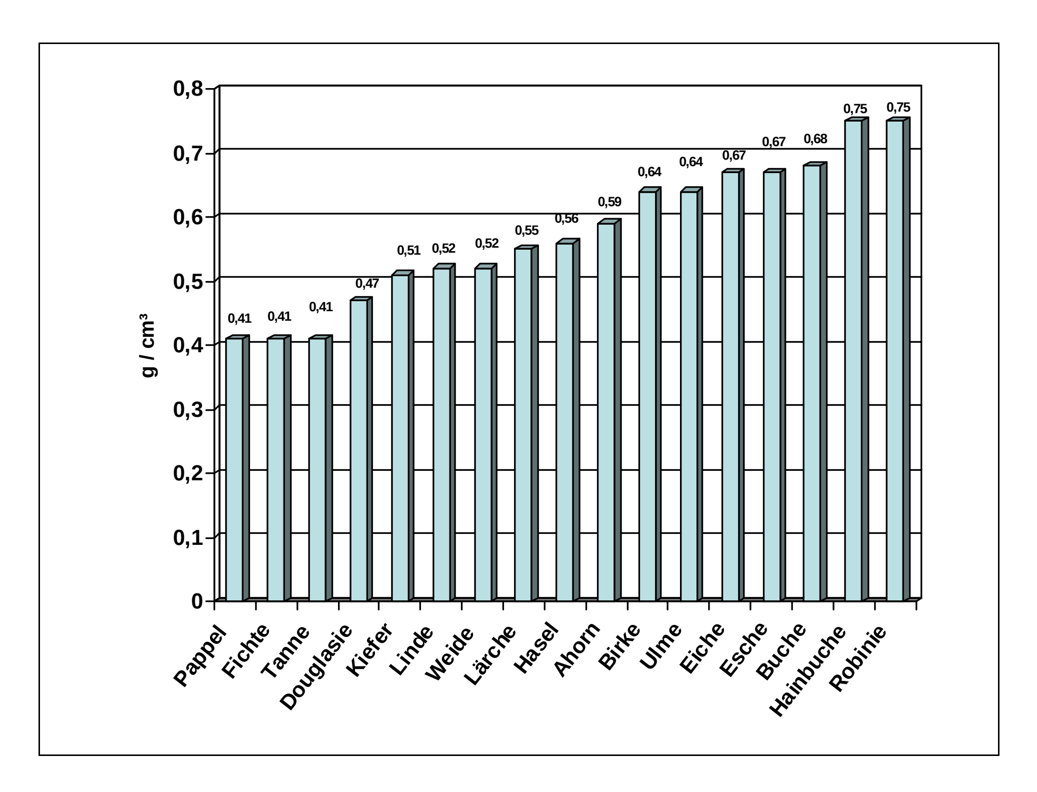


Abbildung 22: Rohdichte von absolut trockenem Holz in g/cm³

Voraussetzung für eine gute Verbrennung ist der geringe Wassergehalt des Brennstoffs. Deshalb sollte Scheitholz vor der Verwendung gut getrocknet sein. Nach der 1.BImSchV müssen die für handbeschickte Biomassefeuerungen eingesetzten Brennstoffe lufttrocken (10 bis 20% Feuchte) sein. Lufttrockener Zustand wird bei grünem Holz etwa nach den Lagerzeiten in Tabelle 2 erreicht. Je trockener Holz ist, desto höher ist der Heizwert (Tabelle 3).

Holzart	Lagerzeit
Pappel, Fichte	1 Jahr
Linde, Erle, Birke	1,5 Jahre
Buche, Esche, Obstgehölze	2 Jahre
Eiche	2,5 Jahre

Tabelle 2: Mindestlagerzeiten für verschiedene Holzarten.



	Wassergehalt	Heizwert
waldfrisch	**50 – 60 %**	**2,0 kWh / kg**
über einen Sommer gelagert	**25 – 35 %**	**3,4 kWh / kg**
über mehrere Jahre gelagert	**15 – 25 %**	**4,0 kWh / kg**

Tabelle 3: Heizwert von Holz in Abhängigkeit des Wassergehalts

5.1.2 Hackschnitzel

Unter Hackschnitzel wird maschinell zerkleinertes Holz verstanden, das zur Beschickung automatisch betriebener Holzfeuerungen dient. Hackschnitzel können unterschiedliche **Herkünfte** haben. Man unterscheidet Hackschnitzel aus Waldfrischholz, Sägewerksrest-hölzern, der Landschaftspflege, unbelastetem Altholz, belastetem Altholz und Kurzum-triebsplantagen.

Hackschnitzelheizungen sind wirtschaftlich sinnvoll ab einem Energiebedarf von 20 kW und eigenen sich deshalb vorzugsweise für größere Gebäudekomplexe. Feinhackgut mit Stückgrößen von ca. 3 cm eignet sich aber auch für den Betrieb von Kleinanlagen. Gröbere Hackschnitzel werden in großen Biomasseheizwerken eingesetzt.



Abbildung 23: Holzhackschnitzel (Quelle: www.carmen-ev.de 2006)

Bei der Aufbereitung von Waldhackschnitzeln kommen sehr unterschiedliche Verfahrens-abläufe zur Anwendung. Sie unterscheiden sich vor allem im **Mechanisierungsgrad**. Da-bei ist stets entweder eine Nutzung bestimmter Holzsortimente (z. B. nur des Schlagab-raums oder des Stammes) oder auch eine Vollbaumnutzung möglich.

Zur Herstellung von grobem oder feinem Hackgut aus Holz können schnell laufende Ha-cker und Schredder oder langsam laufende Zerspaner („Trommelreißer“) eingesetzt wer-den. Hacker werden als Scheiben-, Trommel- und Schneckenhacker angeboten.

Qualität und Lagerfähigkeit von Hackschnitzeln werden vom **Wassergehalt** geprägt. Hackschnitzel haben waldfrisch eine Feuchtigkeit von ca. 40 %, sofern man das frisch geschlagene Holz ca. 6 Monate im Wald belässt und danach erst weiter verarbeitet. Darüber hinaus ist eine Vortrocknung auf Werte unter 40 % ist empfehlenswert. Bei der Verbrennung von ungenügend trockenem Hackgut wird nämlich ein Teil der Energie für die Verdampfung des Wassers benötigt und mindert so den Heizwert. Außerdem wird damit die für die Gesundheit bedenkliche Bildung von Pilzsporen bei der weiteren Lagerung vermieden. Trockenes Hackgut benötigt darüber hinaus eine wesentlich kleinere Lagerfläche.

Die **Maßeinheit** bei Hackgut ist der Schüttraummeter (Srm). Er wiegt, je nach Holzart, Teilchengröße und Feuchte, ca. 200 – 300 kg. Der Energiegehalt liegt bei einer Restfeuchte von 40 % zwischen 2,5 und 4,0 GJ/Srm.

Holzart	Energiegehalt
Fichte / Tanne	**750 kWh / Srm**
Lärche	**960 kWh / Srm**
Kiefer	**879 kWh / Srm**
Buche / Eiche	**1057 kWh / Srm**

Tabelle 4: Energiegehalt von verschiedenem Hackgut (W 30, G 30) pro Stückraummeter

Hackschnitzel können nach der ÖNORM M 7133 **klassifiziert** werden. Diese Norm teilt das Hackgut nach Größe(Tabelle 5), Wassergehalt (Tabelle 6), Schüttdichte (Tabelle 7) und Aschegehalt (Tabelle 8) ein. Gemäß dieser Normen darf der Feinanteil (< 1 mm) für alle Größenklassen maximal 4 % betragen. Das heißt, dass z.B. Sägespäne und Schleifstaub kein Hackgut sind. Diese sollten in normalen Hackschnitzelfeueranlagen nicht verwendet werden.

Hackgutklasse	Klassengrenzen	Größenverteilung	Maximalstückgrößen
G 30	**Feinhackgut** mit einer Nennlänge von 30 mm	Maximal je 20 % < 2,8 mm, > 16 mm	Querschnitt von 3 cm, Länge von 8,5 cm
G 50	**Mittelhackgut** mit einer Nennlänge von 50 mm	Maximal je 20 % < 5,6 mm, > 31,5 mm	Querschnitt von 5 cm, Länge von 12 cm
G 100	**Grobhackgut** mit einer Nennlänge von 100 mm	Maximal je 20 % < 11,2 mm, > 63 mm	Querschnitt von 10 cm, Länge von 25 cm

Tabelle 5: Hackgutklasse nach ÖNORM M 7133



Wassergehalt	Klassengrenzen	Bezeichnung
W 20	W ≤ 20 %	Lufttrockenes Holzhackgut
W 30	20 % < W ≤ 30 %	Lagerbeständiges Holzhackgut
W 35	30 % < W ≤ 35 %	Beschränkt lagerbest. Holzhackgut
W 40	35 % < W ≤ 40 %	Feuchtes Holzhackgut
W 50	40 % < W ≤ 50 %	Erntefrisches Holzhackgut

Tabelle 6: Wassergehalt von Hackgut nach ÖNORM M 7133

Schüttdichte	Klassengrenzen	Bezeichnung
S 160	S ≤ 160 kg/m²	Geringe Schüttdichte
S 200	160 kg/m² < S ≤ 200 kg/m²	Mittlere Schüttdichte
S 250	S >200 kg/m²	Hohe Schüttdichte

Tabelle 7: Schüttdichte von Hackgut nach ÖNORM M 7133

Aschegehalt	Klassengrenzen	Bezeichnung
A 1	A ≤ 0,5 %	Holzhackgut mit geringem Rindenanteil
A 2	0,5 % < A ≤ 2,0 %	Holzhackgut mit hohem Rindenanteil

Tabelle 8: Aschegehalt von Hackgut nach ÖNORM M 7133

Vorteile des Hackguts gegenüber Scheitholz

- **Maschinelle Aufarbeitung**
- **Rieselfähigkeit** erleichtert Transportfähigkeit, Lagerung und Beschickung
- **Vollautomatisierte Brennstoffzufuhr**
- **Höherer Feuchtegehalt** als Stückholz möglich

Nachteile des Hackguts gegenüber Scheitholz

- **Maschinelle Ausstattung** zur Brennstoffproduktion erforderlich – Eigenleistungen des privaten Endverbrauchers werden erschwert
- **Schimmelbildung** möglich – dadurch Gesundheitsschäden
- **Geruchsbelästigung** möglich
- **Hitzeentwicklung** und Gefahr der **Selbstentzündung**
- Gefahr der **Brückenbildung**

5.1.3 Pellets

Holzpellets sind genormte, zylindrische Presslinge aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (Sägemehl, Hobelspäne, Waldrestholz) mit einem Durchmesser von ca. 4 - 10 mm und einer Länge von 20 - 50 mm. Sie werden in der Regel ohne Zugabe von chemischen Bindemitteln unter hohem Druck hergestellt und haben einen Heizwert von **ca. 5 kWh/kg**. Damit entspricht der **Energiegehalt von einem Kilogramm Pellets ungefähr dem von einem halben Liter Heizöl**.

Obwohl die Produktionsanlagen für Pellets sehr unterschiedlich sein können, ist der Aufbau aller Anlagen sehr ähnlich: Die im Sägewerk anfallende Sägespäne werden in eine Trockenstrecke gegeben. Auf dem Fließband des Trockners werden die Späne im Durchlaufprinzip schonend von 50 % **Wassergahlt** auf 8 % getrocknet. Die dafür benötigte Wärme kommt oft von einem lokalen Biomassekraftwerk. Nun werden die getrockneten Späne bis zur weiteren Verarbeitung zwischengelagert. Über eine Hammermühle werden die Sägespäne dann nochmals zerkleinert. Im Reifebehälter erhalten die Späne einen feinen Wasserfilm. Damit werden die Späne für den Pressvorgang geschmeidig gemacht. Starke Walzen drücken die Späne von innen durch eine starke rotierende Matrize. Die heißen Pellets werden mit einer Länge von 45 mm an der Außenseite der Matrize mit Messern abgeschnitten, so dass die Pellets nicht länger als 45 mm sind. Durch die hohe Reibung entsteht Wärme, welche die natürlichen Haftmechanismen des im Holz enthaltenen Stoffes Lignins aktiviert und zum Zusammenhaften der Holzfasern führt. Das als glänzende Oberfläche sichtbare Lignin ist der natürliche „Klebstoff". Im Kühler werden die warmen Holzpellets abgekühlt, gesiebt und für den Abtransport eingelagert.

Nicht ganz unwichtig für die Qualität der Pellets ist auch deren Behandlung vom Weg aus dem Lagersilo im Werk bis in das Lieferfahrzeug. Sie beeinflusst den Holzstaubanteil einer Pelletlieferung.



Abbildung 24: links: Matrize zur Herstellung von Pellets. (Quelle: HDG-BAVARIA 2006) rechts: Holzpellets

Die **Qualitätsanforderungen** für den genormten Brennstoff „Pellets“ sind in Deutschland in der **DIN 51731** festgelegt.

Wesentlich besser als die DIN geben die **Ö-Norm M 7135** und die **DINplus** von DIN CERTCO Aufschluss darüber, dass der Kunde auch tatsächlich Qualitätspellets vor sich hat (Abbildung 25).

Das seit Frühjahr 2002 existierende Zertifikat **DIN plus**, vereint die Vorzüge der DIN 51731 und der ÖNORM M 7135 und stellt darüber hinaus Anforderungen an Abriebfestigkeit und Prüfverfahren. Bei der DINplus handelt es sich dabei um keine DIN-Norm im ureigensten Sinne, sondern um ein so genanntes Zertifizierungsprogramm. In dieses Programm bzw. diese DINplus sind Qualitätskriterien aufgenommen worden, die weit über die Forderungen der DIN 51731 hinausgehen und die im Wesentlichen aus der Ö-Norm M 7135 stammen.

Beim Kauf von Pellets ist Vorsicht geboten. **Nur mit dem Zusatz „geprüft“ ist die DIN und Ö-NORM Nennung nämlich erlaubt!** Außerdem muss die DIN-Prüfnummer aufgeführt werden. Formulierungen wie „entspricht den Anforderungen der DIN“ oder „höchste Qualität gemäß DIN“ hören sich zwar hübsch an, sind aber kein Beweis dafür, dass diese Pellets die DIN oder Ö-Norm-Prüfung erfolgreich bestanden haben. Sie sind eine bewusste Irreführung des Verbrauchers.

Ein Vergleich zwischen den verschiedenen Anforderungen an die Pellets um zertifiziert zu werden wird in Tabelle 9 gemacht.

	DIN 51731	Ö-Norm M 7135	DIN plus
Länge (cm)	<5	≤ 5 x d	≤ 5 x d
Durchmesser (mm)	4 – 10	4 – 10	4 - 10
Dichte (g/cm3)	1,0 - 1,4	≥ 1,12	≥ 1,12
Heizwert (kWh/kg)	4,9 - 5,4	≥ 5 *	≥ 5 *
Wassergehalt (%)	≤ 12	≤ 10	≤ 10
Aschegehalt (%)	≤ 1,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Schüttgewicht (kg/m3)	650	650	-
Presshilfsmittel bzw. Bindemittel (%)	keine	≤ 2	≤ 2
N-Gehalt (%)	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30
Cl-Gehalt (%)	≤ 0,03	≤ 0,02	≤ 0,02
S-Gehalt (%)	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,04
Abrieb (%)	-	≤ 2,3	2,3

Tabelle 9: Vergleich der Anforderungen an Holzpellets (* = atro/wasserfrei)



Abbildung 25: Normungs-Zeichen für Pellets.

Die Qualität der Pellets drückt sich vor allem im geringen Abrieb aus. Es wird geprüft, welche Menge an Staub und Feinanteil entsteht, wenn die Pellets Belastungen ausgesetzt werden. Die Ermittlung des Abriebes erfolgt in speziellen Testgeräten. Dort werden die Pellets in einer Kammer eine Minute lang in einem definierten Luftstrom beansprucht. Am Ende werden die Pellets gewogen und der Gewichtsverlust zum Ausgangsgewicht bestimmt. Der ermittelte Wert (in %) ist der sog. Abrieb. Er darf einen Wert von 2,3 % nicht übersteigen, um nach DINplus zertifiziert zu werden.

Zusätzlich zu der hohen Produktgüte von Holzpellets in der Herstellung muss sichergestellt sein, dass die Qualität auf der gesamten Logistikkette vom Hersteller bis zum Endverbraucher erhalten bleibt (Abbildung 26). Der DIN-Geprüfte Fachbetrieb "**Pelletlogistik**" sorgt dafür, dass die Brennstoffbeschickung beim Endkunden zur vollsten Zufriedenheit ausfällt. Grundlage der Zertifizierung ist das Zertifizierungsprogramms DIN Geprüfter Fachbetrieb



"Holzpellets - Qualitätssicherung in der Transport- und Lagerlogistik", welches die Anforderungen der ÖNORM M 7136 und weitere wichtige Festlegungen zu Fragen der praktischen Umsetzung dieser Anforderungen beinhaltet. Daneben finden selbstverständlich auch bei der Pelletlogistik die Anforderungen der beiden Produktnormen DIN 5173 und ÖNORM M 7135 ihre Berücksichtigung. Der Händler/Transporteur hat den Nachweis zu erbringen, dass nur zertifizierte Holzpellets mit dem Qualitätszeichen DINplus geliefert wurden. Die zertifizierten Holzpellets müssen getrennt von nicht zertifizierten Pellets und anderen Stoffen gelagert und transportiert werden. Neben den allgemeinen Anforderungen an die Lagerung müssen bestimmte Anforderungen an das Zwischenlager, an Transportfahrzeuge für die Auslieferung zum Endkunden sowie an die Qualifizierung des Zustellpersonals erfüllt werden. Die Konformitätsüberwachung erfolgt zum einen durch eine eigenverantwortliche Kontrolle der erworbenen Pellets durch den Händler/Transporteur. Die korrekte Durchführung dieser Eigenüberwachung wird in regelmäßigen Abständen - in der Regel jährlich - durch von DIN CERTCO beauftragte Fremdüberwacher überprüft.



Abbildung 26: Pelletanlieferung (Quelle: www.carmen-ev.de 2006)

Pellets haben gegenüber anderen Brennstoffen zahlreiche Vorteile. Neben den allgemeinen Vorteilen als biogener Brennstoff, wie sie in den Kapiteln 2.3, 3.3 und 4.3 aufgezeigt wurden, gibt es andere, die die spezifischen Eigenschaften der Pellets betreffen. Verglichen mit anderen biogenen Festbrennstoffen wie Stückholz und Hackschnitzeln hat die Verwendung von Pellets deutliche Vorzüge, aber auch Nachteile.

Vorteile von Pellets

Lagerungsfähigkeit

Holzpellets benötigen aufgrund ihrer hohen Energiedichte ein deutlich geringeres Lagervolumen als andere biogene Festbrennstoffe. Diese Eigenschaft gewährleistet eine problemlose Vorratshaltung für eine Heizperiode.

Transportfähigkeit

Die Rieselfähigkeit der Pellets und die Normierung der Pelletgröße ermöglichen eine einfache Handhabung, einen leichten Transport sowie den Einsatz automatischer Fördersysteme. Dadurch können Pellets problemlos mit einem Tankwagen geliefert, in den Vorratskeller gepumpt und von dort vollautomatisch zum Brenner befördert werden. Der Komfort von Pelletsheizungen ist damit ähnlich wie der Komfort von Ölheizungen.

Emissionen

Holzpellets weisen, vor allem im Teillastbereich, deutlich niedrigere Abgaswerte (CO und Staub) als andere biogene Festbrennstoffe auf.

Stoffeigenschaften

Der Aschegehalt (<= 0,5 %) sowie die Restfeuchte (<= 10 %) sind geringer als bei den anderen biogenen Brennstoffen. Dies führt zu einem deutlich höheren Heizwert der Pellets. Die geringe Restfeuchte ermöglicht außerdem eine problemlose Lagerung in geschlossenen Räumen. Um diese Vorteile jedoch gewährleisten zu können, muss die Lagerung in trockenen Räumen erfolgen.

Nachteile von Pellets

Eigenproduktion unmöglich – Pellets werden industriell hergestellt. Eine Brennstoffbereitung durch den Privaten Verbraucher ist unmöglich.

Relativ hoher Preis, im Vergleich zu Hackgut und Scheitholz

Starke Abhängigkeit vom Pelletlieferanten (Preis u. Menge)

Hervorgehoben werden müssen die geringen CO_2-Emissionen von Pellets. Wie Abbildung 27 zeigt, werden die Emissionswerte von Pellets nur von den Emissionswerten von Stückholz unterboten. Gegenüber Erdgas, Erdöl und der Elektroheizung sind die Emissionen von



Pellets um ein vielfaches geringer. Das bedeutet, dass der Einsatz von Holzpellets einen wesentlichen Beitrag zur Klimaschonung leistet.

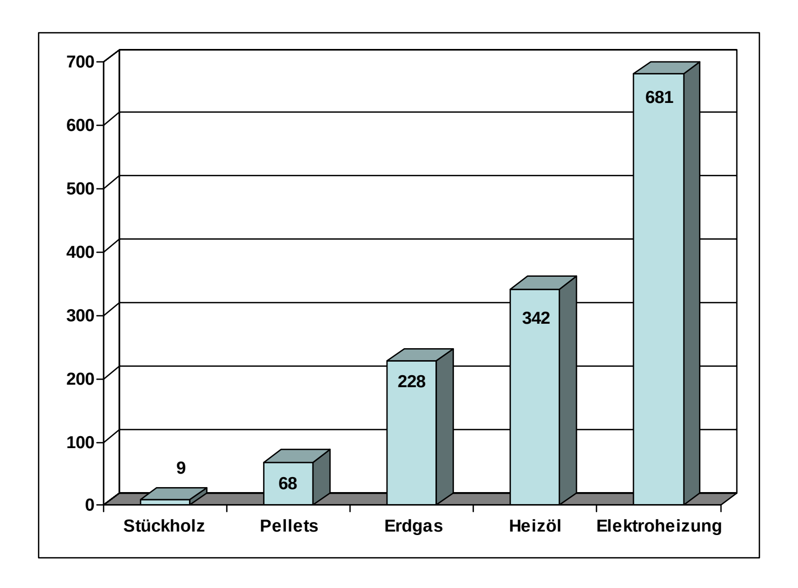


Abbildung 27: Vergleich der CO_2-Emissionen verschiedener Heizungssysteme inklusive der Vorketten in kg/MWh (Daten: FNR 2006)

5.1.4 Briketts

Holzbriketts bestehen, ähnlich wie Pellets, aus gepressten Spänen, haben aber einen wesentlich größeren Durchmesser. Der niedrige Wassergehalt von ca. 10 % ergibt mit 4,8 kWh/kg einen hohen Energieinhalt.

Sie kommen zum Heizen in Küchenherden, Kachelöfen und im Kamin zum Einsatz. Da diese Öfen mit der Hand beschickt werden, spielen Briketts als Brennstoff in Zentralheizungssystemen bislang keine Rolle.

Neben Briketts aus Holz gibt es auch Briketts aus Rinde. Rindenbriketts werden nicht zum eigentlichen Heizen verwendet, sondern zur lang andauernden Glutbettbereitung, meist am Abend. Wenn diese angebrannt und rotglühend sind, kann die Verbrennungsluft fast komplett abgeriegelt werden.

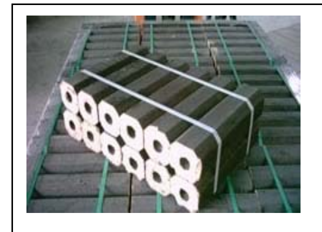
			
Stangenbriketts mit Loch	**Lochlose Stangenbri-ketts**	**Holz-Briketts eckig**	**Rindenbriketts**

Abbildung 28: verschiedene Brikett-Formen

Vorteile von Briketts

- **Sofort einsetzbar**
- **Konsumentenfreundlich**, da schon fertig; kein hacken, kein trocknen notwendig
- **Hoher Brennwert**
- Lange **Glutbetthaltung** möglich
- **Platzsparende** Lagerung

Nachteile von Briketts

- **Teurer Brennstoff**
- Nur für **handbeschickte Anlagen** geeignet
- Hohe **Lageranforderungen** bezüglich Feuchtigkeit

5.1.5 Halmgüter

Mit der am 26.03.2001 in Kraft getretenen EU-Verordnung Nr. 587/2001 dürfen Getreidekörner (wie auch Raps- und Sonnenblumenkerne) auf Stilllegungsflächen für die energetische Verwertung angebaut werden. Antragsstellern kann es demnach erlaubt werden, Getreide von stillgelegten Flächen auf ihren landwirtschaftlichen Betrieben zu verbrennen.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen in Deutschland besagen, dass Kleinfeuerungsanlagen bis 100 kW der 1. Bundes-Immissions-Schutz-Verordnung (1. BImSchV) unterliegen. In dieser Verordnung sind die zulässigen Brennstoffe aufgeführt.



Demnach sind in Anlagen bis 15 kW als biogene Brennstoffe nur Holz- oder Holzpresslinge zugelassen, in Anlagen von 15 - 100 kW zusätzlich Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe. Feuerungsanlagen über 100 kW unterliegen der 4. BImSchV. Diese Verordnung wird derzeit von der Regierung erneuert.

Für die Verbrennung von Halmgutbrennstoffen wie Stroh und Getreide in Kleinfeuerungsanlagen gibt es zahlreiche Vor- und Nachteile. So spricht z.B. dafür, dass sie als CO_2-neutrale Energienutzungsform einen Beitrag sowohl zum Klimaschutz und zur Unabhängigkeit vom Erdöl als auch zur Wertschöpfung im ländlichen Raum leistet.

Im Gegensatz dazu ist die Verwendung von Halmgütern in Kleinfeuerungsanlagen auch aus verschiedenen Gründen umstritten. Die Vor- und Nachteile der energetischen Verwendung von Stroh und Getreide werden im Folgenden kurz skizziert.

Vorteile von Halmgütern

Getreide ist ein nachwachsender Rohstoff

die nachhaltige Verfügbarkeit könnte für energetische Zwecke gewährleistet sein

geschlossener CO_2-Kreislauf

Preiswerter Brennstoff

Bei einen Getreidepreis (Weizen) von z. Z. < 10 €/100kg (10 €/dt) liegen die Energiekosten deutlich unter den Kosten mit Öl und Gas. Energiepreis auf den Heizwert bezogen: 0,025 €/kWh. Im Vergleich schwankte der Ölpreis seit 2002 zwischen 0,032 und 0,061 €/kWh.

Gute mechanische/ physikalische Eigenschaften

- Hohe Dichte, gute Rieselfähigkeit, Logistik für Ernte
- Lagerung und Fördertechnik in der Landwirtschaft vorhanden
- einfache Zuführung über Förderschnecken in den Brennraum
- Vergleichbarer Heizwert mit Holzbrennstoffen (2,5 kg Getreide=1 l Öl)

Deponierung zukünftig nicht mehr möglich

- Laut TA Siedlungsabfall ist die Deponierung ab 2005 nicht mehr erlaubt. Die Verbrennung von fusariumbelastetem Getreide vernichtet Krankheitserreger zuverlässig.

Energiegetreideanbau auf Stilllegungsflächen erlaubt



- Lt. EU-Verordnung Nr. 587/2001 vom 26.3.01 darf Getreide auf eigenen Stilllegungsflächen für die energetische Verwertung angebaut werden und auf eigenen landwirtschaftlichen Betrieben verbrannt werden.

Zusätzliche Beihilfe für Energiepflanzen auf Nichtstilllegungsflächen

- Lt. Erlass der Verordnung-EG Nr. 1782/03 wird eine jährliche Beihilfe von 45 €/ha für den Anbau von Energiepflanzen (z. B. für Biogasanlagen) zusätzlich zu den sonstigen Flächenprämien gezahlt.
- Für diese Energiepflanzenprämie können alle landwirtschaftlichen Flächen genutzt werden, die nicht konjunkturell stillgelegt werden.

Nachteile von Halmgütern

Hoher Mineral- und Aschegehalt

- Er erschwert einen sauberen Abbrand mit möglichst geringen Emissionen.

Verschlackungsgefahr

- Der Ascheerweichungspunkt liegt bei ca. 700 °C (Holz bei 1200 °C), was bei Verbrennungstemperaturen von ca. 1000 °C zu Verschlackungen führt. Dem kann durch verschiedene Maßnahmen (s. Technik) entgegengewirkt werden.

Staubemission

- Die hauptsächlich durch die Asche verursachte Staubemission überschreitet die zulässigen Grenzwerte bei den meisten Getreidesorten nach der 1.BImSchV (150 mg/m³ Rauchgas).
- Eine Ausnahme bildet Gerste mit 130 mg/m³.

Stickstoffemissionen

- Die durch den hohen Proteingehalt verursachten Stickstoffemissionen liegen deutlich über den Grenzwerten der 4. BImSchV/ TA Luft (250 mg/m³), die für Anlagen > 100 kW greift.
- Bei Anlagen bis 100 kW Feuerungswärmeleistung existiert allerdings nach der 1.BISchV für Kleinfeuerungsanlagen kein Grenzwert für NOx.
- Auch durch gezielte Kulturmaßnahmen lässt sich der Stickstoffgehalt nur wenig beeinflussen. Von der Brennstoffseite besteht keine Möglichkeit, die Entstehung von NOx bei der Verbrennung zu vermeiden.



Korrosionsprobleme aufgrund hoher Chlorgehalte

- Der durch Düngung überwiegend im Halm angelagerte Chlor kann trotzdem bei der Verbrennung der Körner zu einer Aufkonzentrierung (Bildung von Salzsäure) und damit zu Kesselkorrosionen an den kälteren Teilen der Wärmetauscher führen.

- Weiterhin besteht die Gefahr von Chloremissionen, zu den schädlichsten gehören Dioxine und Furane.

Geruchsbelästigungen

- Können besonders im Teillastbetrieb und beim An- und Abfahren der Anlage auftreten. Abhilfe durch ausreichend große Pufferspeicher und Vermeidung von Gluterhaltungsbetrieb.

Förderung

- Eine finanzielle Förderung nach dem Marktanreizprogramm des Bundes ist z. Z. unwahrscheinlich

Ethische Akzeptanz

- Getreide ist ein Lebensmittel. Gegner der Getreideverbrennung befürchten ein Konkurrenzproblem zwischen Nahrungsmitteln und Energieversorgung.

5.2. Brennstoffeigenschaften

5.2.1 Chemische Eigenschaften

Pflanzliche Biomasse besteht im Wesentlichen aus Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O). Der Anteil des Kohlenstoffs bestimmt bei der Verbrennung die freiwerdende Energie. Auch der in der festen Biomasse enthaltene Wasserstoff liefert bei der Verbrennung durch eine chemische Reaktion (Oxidation) Energie. Gemeinsam mit dem Kohlenstoff bestimmt er den Heizwert des trockenen Brennstoffs. Der Sauerstoff unterstützt dagegen lediglich den Oxidationsvorgang.

Holzbrennstoffe haben mit 47 bis 50 % in der Trockenmasse einen hohen Kohlenstoffgehalt. Der Sauerstoffgehalt von Holzbrennstoffen liegt zwischen 40 und 45 % der und der des Wasserstoffs zwischen 5 und 7 %.

Brennstoffe aus fester Biomasse bestehen aber neben diesen drei Elementen (C, H, O) noch aus weiteren Elementen. Diese können, trotz ihres geringen Anteils, starke Auswir-

kungen auf den Schadstoffausstoß bei der Verbrennung haben. Zu den Elementen mit den größten Auswirkungen auf den Schadstoffausstoß zählen vor allem Schwefel-, Stickstoff- und Chlorgehalt sowie der Aschegehalt. Steigende Gehalte dieser Elemente im Brennstoff sind mit einer Zunahme an Schadstoffen im Abgas verbunden sind. Die Brennstoffe können sich bezüglich der emissionsrelevanten Inhaltsstoffe zum Teil erheblich unterscheiden. Der Stickstoffgehalt (N) von Holz ist beispielsweise mit ca. 0,1 bis 0,5 % relativ gering. Auch der von Stroh ist mit ca. 0,5 % noch gering. Im Gegensatz dazu ist der Stickstoffgehalt von Getreide mit 1,5 % und 4 % sehr hoch. Bei der Verbrennung wirkt sich der Stickstoff direkt auf die schädliche Stickstoffoxidbildung (NO_x) aus.

Im Vergleich zu anderen Brennstoffen wie z.B. der Stein- oder Braunkohle ist der Schwefelgehalt (S) von biogenen Festbrennstoffen relativ gering. Der Chlorgehalt (Cl) liegt bei Halmgütern wesentlich höher, als der von Brennstoffen aus Holz. So kann der hohe Chlorgehalt bei der Getreideverbrennung problematisch sein.

	C	H	O	N	S	Cl
Brennstoffart	**In % der Trockenmasse**					
Fichtenholz	49,8	6,3	43,2	0,13	0,015	0,005
Buchenholz	47,9	6,2	45,2	0,22	0,015	0,006
Pappelholz	47,5	6,2	44,1	0,42	0,031	0,004
Weidenholz	47,1	6,1	44,3	0,54	0,045	0,004
Weizenstroh	45,6	5,8	42,4	0,48	0,082	0,19
Weizenkörner	43,6	6,5	44,9	2,28	0,12	0,04
Steinkohle	72,5	5,6	11,1	1,3	0,94	< 0,1
Braunkohle	65,9	4,9	23,0	0,7	0,39	< 0,1

Tabelle 10: Gehalt an Hauptelementen in Festbrennstoffen (nach HARTMANN 2001)

Der Gehalt an allen verbleibenden Elementen in der festen Biomasse ist so gering, dass diese Elemente als „Spurenelemente“ bezeichnet werden. Hierbei handelt es siech vorwiegend um Schwermetalle. Sie sind hauptsächlich für die Eigenschaften der Asche verantwortlich. Der Gehalt an Schwermetallen in der Asche gibt Auskunft darüber, ob naturbelassene Brennstoffe oder behandelten Materialien (z.B. gestrichene Bretter) verheizt wurden.

5.2.2 Wassergehalt und Brennstoff-Feuchte

Entscheidende Kriterien für die Brennstoffeigenschaften des Energieträgers sind der Trocknungszustand und die Feuchte im Brennstoff.



Um diese Faktoren berechnen und vergleichen zu können wurden die zwei physikalischen Messgrößen Wassergehalt (w) und Brennstofffeuchte (u) eingeführt.

Dabei wird der **Wassergehalt w** auf die Frischmasse bezogen. Er beschreibt damit das in der Biomasse befindliche Wasser, wobei sich diese aus der trockenen Biomasse m_B und der darin enthaltenen Wassermasse m_W zusammensetzt.

$$w = m_W / (m_B + m_W)$$

Im Gegensatz dazu bezieht sich die **Brennstofffeuchte u** (= Feuchtegehalt) auf die Trockenmasse. Sie definiert sich als die im Brennstoff gebundene Wassermasse m_W, bezogen auf die trockene Biomasse m_B.

$$u = m_W / m_B$$

Die Brennstofffeuchte kann in den Wassergehalt umgerechnet werden. Demnach entspricht z. B. ein Wassergehalt von 50 % einer Brennstofffeuchte von 100 % (Abbildung 29). Bei den Feuchteangaben sind somit auch Werte von über 100 % möglich. Bei der „Feuchte" handelt es sich um einen hauptsächlich in der Forst- und Holzwirtschaft gebräuchlichen Begriff. In der Praxis der Energienutzung wird dagegen hauptsächlich mit dem „Wassergehalt" gerechnet. (HARTMANN 2003b)

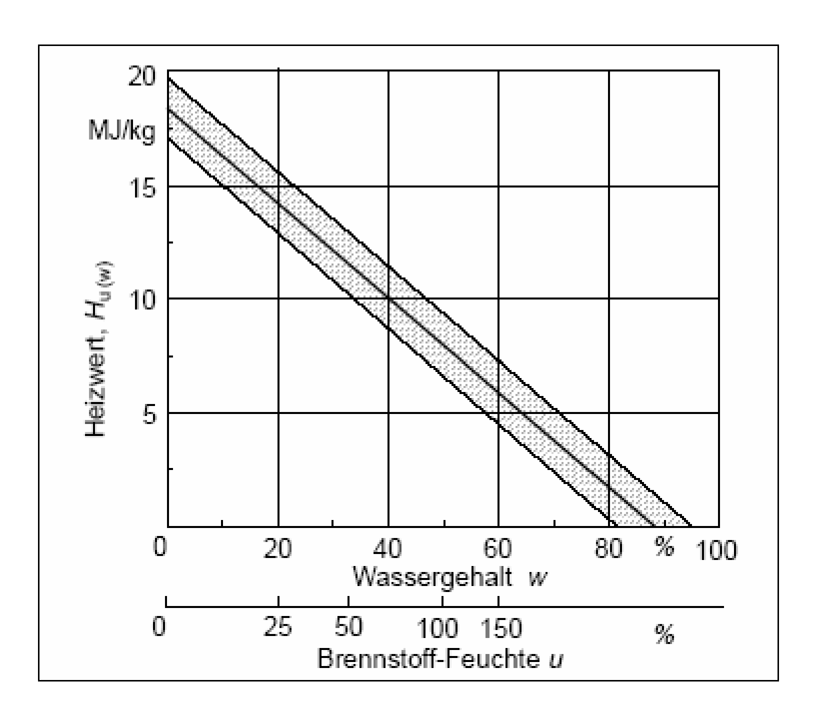


Abbildung 29: Heizwert von Holz in Abhängigkeit vom Wassergehalt bzw. der Brennstoffeuchte (Quelle: NUSSBAUMER & KALTSCHMITT 2001)



Wie schon erwähnt wurde bestimmt der Wassergehalt wesentlich den Heizwert der Biomasse. Natürlicherweise gibt es praktisch keine wasserfreie Biomasse, da immer eine Restfeuchte in der Biomasse übrig bleibt. Deshalb müssen während der Verbrennung immer mehr oder weniger große Mengen an Feuchtigkeit verdunsten. Zur Verdunstung wird aber Wärme benötigt, die der bei der Verbrennung freigesetzten Energie entnommen wird. Dadurch werden die Nettoenergieausbeute und der Heizwert vermindert.

Wie Abbildung 29 zeigt, nimmt der Heizwert von Holz mit zunehmendem Wassergehalt linear ab. Bei ca. 88 % Wassergehalt, bzw. bei 730 % Brennstofffeuchte ist der Heizwert gleich null.

5.2.3 Heiz- und Brennwert

Wichtige Daten zur Brennstoffeigenschaft liefern der Heiz- und der Brennwert. Der **Heizwert H_u** (= unterer Heizwert) gibt die Wärmemenge an, die bei der vollständigen Verbrennung (Oxidation) eines bestimmten Brennstoffs freigesetzt wird. Dabei wird die Kondensationswärme (Verdampfungswärme) des im Abgas befindlichen Wasserdampfes nicht berücksichtigt. Da für diese Verdunstung eine ebenso große Wärmemenge benötigt wird wie durch Kondensation frei werden würde, sinkt der Heizwert mit zunehmendem Wassergehalt.

Im Gegensatz dazu definiert der **Brennwert H_o** (= oberer Heizwert) die bei der Verbrennung freiwerdende Wärme, wenn auch die Kondensationswärme des bei der Verbrennung gebildeten Wasserdampfs nutzbar gemacht wird.

Bei biogenen Festbrennstoffen liegt der Brennwert durchschnittlich um ca. 6 % (Rinde), 7 % (Holz) bzw. 7,5 % (Halmgut) über dem Heizwert (Tabelle 11) (HARTMANN 2003b). Das gilt jedoch nur für Festbrennstoffe im absolut trockenen und wasserfreien Zustand ($_{wf}$). Bei feuchter Biomasse vergrößert sich dieser relative Abstand, so dass der durch Rekondensation des entstehenden Wasserdampfes erzielbare Energiegewinn steigt.

Brennstoffart	Heizwert H_{uwf} MJ/kg	Brennwert H_{owf} MJ/kg	Aschegehalt (wf) in %	Ascheerweichungspunkt in °C
Fichtenholz	18,8	20,2	0,6	1426
Buchenholz	18,4	19,7	0,5	keine Angabe
Pappelholz	18,5	19,8	1,8	1335
Weidenholz	18,4	19,7	2,0	1283
Rinde (Nadelholz)	19,2	20,4	3,8	1440
Weizenstroh	17,2	18,5	5,7	998
Weizenkörner	17,0	18,4	2,7	687
Steinkohle	29,7	keine Angabe	8,3	1250
Braunkohle	20,6	keine Angabe	5,1	1050



Tabelle 11: Verbrennungstechnische Kenndaten von Festbrennstoffen (nach: HARTMANN 2001)

5.2.4 Aschegehalt und Ascheerweichungspunkt

Bei der Verbrennung von Biomasse entstehen hauptsächlich Abgase. In jedem biogenen Festbrennstoff sind aber auch immer Bestandteile enthalten, die nicht als Gas entwichen. Sie bleiben als Feststoffe übrig und bilden die Asche. Je nach Art der verbrannten Biomasse kann die Asche in Menge und Zusammensetzung variieren.

Vorwiegend besteht Asche aus Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K), Phosphor (P) und Natrium (Na). Unter bestimmten Bedingungen kann sie als Dünger eingesetzt werden

Holz besitzt von allen biogenen Festbrennstoffen mit ca. 0,5 % der Trockenmasse den geringsten **Aschegehalt** (Tabelle 11). Dieser Wert kann durch so genannte Sekundärverunreinigungen wie z.B. anhaftende Erde oder Steinchen, überschritten werden. Der Aschegehalt hat zum einen Auswirkungen auf die Umweltbelastungen (d. h. Schadstoffemissionen) und zum anderen auf die technische Auslegung einer Feuerungsanlage.

Ein wichtiges Charakteristikum der Asche ist der **Ascheerweichungspunkt**. Er gibt die Temperatur an, bei der die Asche beginnt sich zu modifizieren. Bei der Verbrennung treten im Glutbett nämlich physikalische Veränderungen der Asche auf. Je nach Temperaturniveau kommt es zum Verkleben („Versintern“) bis zum völligen Aufschmelzen der Aschepartikel. Brennstoffe mit niedrigen Ascheerweichungstemperaturen erhöhen somit das Risiko, dass es zu Anbackungen und Ablagerungen im Feuerraum, am Rost und an den Wärmeübertragerflächen kommt. Derartige Anbackungen können u. a. zu Störungen, Betriebsunterbrechungen und Veränderungen bei der Verbrennungsluftzufuhr führen, und sie begünstigen die Hochtemperaturkorrosion. Diese technischen Nachteile müssen bei der Auslegung oder Konstruktion und Feuerungsanlage berücksichtigt werden. Sie können durch aufwändige Zusatzeinrichtungen wie z. B. wassergekühlte Rostsysteme oder Brennmulden, Abgasrückführung, Aschebrecher, Brennstoffverwirbelung oder durch Brennstoffadditivierung kontrolliert werden.

Aus technischer Sicht sind Ascheerweichungspunkte von Holz und Rinde mit ca. 1 300 bis 1 400 °C für die meisten Feuerungen unkritisch. Bei halmgutartigen Brennstoffen liegen die entsprechenden Temperaturen fast durchweg unter 1 200 °C. Dadurch kann es bei der Verbrennung zu den oben genannten Nachteilen kommen. Der häufigste Wert liegt bei Getreidestroh z.B. zwischen 900 und 950 °C. Besonders kritisch sind Getreidekörner mit einem Asche-Erweichungspunkt von ca. 700 °C.

5.2.5 Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften von Biomasse als Festbrennstoff werden zunächst durch die Art des Brennstoffs (Holzscheit, Brikett, Hackschnitzel, Pellets) charakterisiert. Diese wurden zum Teil schon in Kapitel 5.1 dargestellt. Zum allgemeinen Verständnis soll im Folgenden nur auf die wichtigsten physikalischen Eigenschaften eingegangen werden.



Die Form des Brennstoffs wird zum einen durch dessen **Abmessungen** beschrieben, auch **Stückigkeit** genannt. Sie wird in Länge, Höhe und Breite angegeben. Aber auch das **Volumen** wie z.B. Raummeter und die **Form** selbst wie z.B. rund oder eckig charakterisieren den Brennstoff.

Weiterhin spielt die Homogenität des Brennstoffs eine Rolle, die durch die Partickelgrößenverteilung bestimmt wird. Eine möglichst große Homogenität des Brennstoffs ist vor allem für die Entnahme von z.B. Pellets wichtig um eine **Brückenbildung** (Bildung von Hohlräumen) bei der Entnahme von Vorratssilos zu vermeiden. Eine möglichst große **Rieselfähigkeit** ist hier von Vorteil.

5.3. Die Feststoff-Verbrennung

Die **Verbrennung** von fester Biomasse umfasst eine Reihe verschiedener, komplexer chemischer und physikalischer Prozesse. Einfach dargestellt verbrennt die Biomasse unter Zuführung von Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxyd und Wasser:

$$\text{Biomasse} + \text{Sauerstoff} \rightarrow \text{Kohlenstoffdioxyd} + \text{Wasser} + \text{Energie}$$

5.3.1 Der Verbrennungsprozess

Der gesamte Verbrennungsprozess durchläuft verschiedene Phasen und lässt sich somit in verschiedene Verbrennungsstufen einteilen (Tabelle 12).

Die Verbrennung von Holz beginnt mit der **Erwärmungsphase**. In der anschließenden **Trocknungsphase**, die hauptsächlich über 100 °C stattfindet, wird das am Holz anhaftende oder eingeschlossene Wasser verdampft. Dabei, wie auch bei den anderen Verbrennungsstufen, schreitet der Prozess von außen nach innen fort. Während das Brennstoffteilchen innen noch trocknet beginnt außen bereits die **pyrolytische Zersetzung** der Holzbestandteile.

Unter **Pyrolyse** versteht man den chemischen Prozess, bei dem ausschließlich Wärme bei Sauerstoffausschluss zugeführt wird. Dabei kommt es zu einer Aufspaltung der langkettigen organischen Verbindungen in kürzerkettige Verbindungen. Es werden brennbare Gase in Form von Kohlenstoffmonoxid (CO) und gasförmigen Kohlenwasserstoffen sowie Pyrolyse-Öle (Teere) gebildet. Dieser Vorgang benötigt keinen Sauerstoff. Da Sauerstoff aber in chemisch gespeicherter Form (bei Holz ca. 44 % der Trockenmasse) oder durch Luftzuführung stets vorhanden ist, kommt es unter Wärmefreisetzung unmittelbar nach der Aufspaltung zu mehr oder weniger vollständigen Oxidationsreaktionen.

Um den Prozess der Entgasung durch die Wärmefreisetzung in Gang zu halten und in der Leistung zu steuern, wird in Feuerungsanlagen gezielt an den Ort der pyrolytischen Zerset-



zung (z. B. Glutbett) Luftsauerstoff als so genannte **Primärluft** zugeführt. Dieser Teilprozess wird auch als **Vergasung** bezeichnet. Dabei wird die benötigte Wärme aus unvollständigen Reaktionen der gasförmigen Pyrolyseprodukte mit Sauerstoff bereitgestellt. Zur Reaktion der festen und flüssigen Pyrolyseprodukte (Kohle, Teere) sind im Vergleich zur pyrolytischen Zersetzung mit zum Teil über 500 °C, merklich höhere Temperaturen notwendig.

Im Teilprozess der **Oxidation** haben sich die Brenngase schon teilweise im Feuerraum ausgebreitet. Durch die gezielte Zuführung von Luftsauerstoff in dieser Phase (**Sekundärluft**) kann hier eine mehr oder weniger vollständige Oxidation der freigesetzten gasförmigen Produkte stattfinden. Dabei entsteht Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser. Der Abbau der Kohlenwasserstoffe erfolgt hierbei über die Bildung von CO als Zwischenprodukt, das in einer weiter gehenden Oxidation zu CO_2 reagiert. In dieser Phase wird Licht und Wärmestrahlung ausgesendet. **Flammen** werden sichtbar.

Außer der von Flammenbildung gekennzeichneten Oxidation ist bei biogenen Festbrennstoffen ebenso die **flammenlose Verbrennung** bedeutsam die im Endstadium des Verbrennungsvorganges auftritt. Der als Endprodukt der pyrolytischen Zersetzung gebildete feste Kohlenstoff (Holzkohle) wird dabei im Glutbett zuerst vergast (Feststoffvergasung) und anschließend in der Gasphase aufoxidiert. Als Verbrennungsrückstand verbleibt die Asche.

Die Ursache für das oft hörbare Knistern bei Holzfeuern ist das entweichende Wasser. Dieses gerät bei der Trocknung durch hohe Temperaturen unter Druck und sprengt die Zellwände. Vor allem bei den harzreichen Nadelhölzern ist dieser Druck oft sehr hoch. Die Harze erweichen nämlich ab ca. 60 °C und verstopfen somit die Leitungsbahnen im Holz für den Wasserdampfaustritt.

Phase	Temperatur	Produktkette
Erwärmung des Brennstoffs durch Rückstrahlung von Flamme, Glutbett und Feuerraumwänden	< 100 °C	Holz lutro (= lufttrocken)
Trocknung des Brennstoffs durch Verdampfung und Wegtransport des Wassers	> 100 °C	Holz lutro Wasserdampf
Pyrolytische Zersetzung des wasserfreien Brennstoffs	> 150°C	Brenngas Holz atro (= absolut trocken)
Vergasung des Brennstoffs mit Sauerstoff zu brennbaren Gasen (Kohlenstoffmonoxyd, Kohlenwasserstoffe) und festem Kohlenstoff	> 250 °C	Brenngas Holzkohle
Vergasung des festen Kohlenstoffs mit Kohlendioxyd, Wasserdampf und Sauerstoff zu Kohlenstoffmonoxyds	> 500°C	Brenngas Holzkohle



Oxidation der brennbaren Gase mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxyd und Wasser	700 °C – 1400 °C	Abgase Asche
Wärmeabgabe der Flamme an die umgebende Raumwände, Wärmetauscher und den neu zugeführten Brennstoff	< 1400 °C	Abgase Asche

Tabelle 12: Schematischer Ablauf bei der Verbrennung

5.3.2 Die unvollständige Verbrennung

Die bei der Verbrennung von Biomasse entstehenden Verbrennungsprodukte können unterteilt werden in Stoffe aus unvollständiger und aus vollständiger Verbrennung. Außerdem entstehen Schadstoffe aus Spurenelementen und Brennstoffverunreinigungen. Stoffe aus der **vollständigen Verbrennung** der biogenen Hauptbrennstoffbestandteile (C, H, O) sind Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasserdampf (H_2O). Solange das CO_2 nicht aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe stammt, sind sie beiden Produkte aus der Verbrennung ökologisch unproblematisch.

Stoffe aus der **unvollständigen Verbrennung der Hauptbrennstoffbestandteile** (C, H, O) sind im Wesentlichen Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (C_nH_m, Teere) und Ruß. **Kohlenmonoxid** ist ein geruchloses Gas und wird als Indikator für die Güte einer Verbrennung verwendet. Im Gegensatz dazu bilden die **Kohlenwasserstoffe** eine Stoffgruppe mit wesentlich höheren Umwelt- und Gesundheitsrisiken. Sie sind riechbar und stellen den eigentlichen Grund für Geruchsbelästigungen dar. **Ruß** ist dagegen ein fein verteilter, meist geflockter, fast reiner (elementarer) Kohlenstoff. Er wird in fester Form abgeschieden und ist somit der Staubfraktion zuzurechnen.

Als **Ursachen** für eine unvollständige Verbrennung ist eine ungenügende Sauerstoffzuführung nur selten ausschlaggebend. Meist ist die Verbrennungstemperatur in der Ausbrandzone (Oxidationszone) zu gering. Dadurch laufen die Reaktionen zu langsam ab, besonders dann, wenn zu feuchte Brennstoffe verwendet werden. Weiterhin kommt es zu einer unvollständigen Verbrennung wenn die Verweilzeit der Reaktionspartner in der heißen Zone zu gering ist (z. B. auf Grund zu klein dimensionierter Feuerräume). Zu hohe Wassergehalte im Brennstoff vermindern die Verbrennungstemperatur und führen zu einer Erhöhung des Abgasvolumens. Dadurch ist die Aufenthaltszeit der Brenngase im Brennraum herabgesetzt. Eine zu geringe Durchmischung der Brenngase mit der Verbrennungsluft kann außerdem zu einer Unterversorgung von Sauerstoff führen. Die Folge ist auch hier eine unvollständige Verbrennung.

Ausgehend von diesen Ursachen der unvollständigen Verbrennung lassen sich die wichtigsten Voraussetzungen für eine vollständige Brennstoffumsetzung zusammenstellen:

- Verwendung von trockenem Brennstoffmaterial
- Ausreichend Luftzufuhr (Luftüberschuss)



- Ausreichende Verweilzeit der Brenngase in der Brennkammer
- Genügend hohe Verbrennungstemperatur
- Gute Durchmischung von Brenngasen mit der Verbrennungsluft

Neben den Schadstoffen, die durch die unvollständige Verbrennung der Hauptbrennstoffbestandteile entstehen, können auch **Schadstoffe aus Spurenelementen und Verunreinigungen** emittiert werden. Dies sind Aschepartikel, Schwermetalle (z.B. Zink, Cadmium, Blei, Kupfer), Schwefel-, Chlor- und Kadmiumverbindungen, Dioxine, Furane und Stickstoffverbindungen. Hierbei sind vor allem der Stickstoffoxid (NO) und Stickstoffdioxyd (NO_2) schädlich.

5.3.3 Feuerungstechnische Grundlagen

Um die Anforderungen an Biomasse-Heizsysteme und an deren sauberen Verbrennung besser verstehen zu können, müssen die Grundlagen der Feuerungstechnik bekannt sein. Die Feuerung von biogenen Festbrennstoffen bedarf einer angepassten Technik, die einen hohen Wirkungsgrad und geringe Schadstoffemissionen gewährleistet.

Damit eine vollständige Verbrennung sichergestellt werden kann, müssen die in vorherigem Kapitel aufgeführten Voraussetzungen erfüllt werden. Darauf soll nun spezieller eingegangen werden.

Dem Verbrennungsprozess muss in der Regel **Verbrennungsluft im Überschuss** zugeführt werden. Dies bedeutet, dass der Verbrennung mehr Sauerstoff zur Verfügung gestellt wird als es zur vollständigen Verbrennung aller im Brennstoff befindlichen brennbarer Substanzen notwendig wäre. Die **Luftüberschusszahl Lamda (λ)** gibt Auskunft über den Grad des Luftüberschusses. Sie beschreibt das Verhältnis zwischen der Luftmenge $m_{Luft,ges}$, die dem Verbrennungsvorhang während einer bestimmten Zeit insgesamt zugeführt wird und der Luftmenge $m_{Luft,min}$, die zur vollständigen Verbrennung minimal benötigten Luftmenge.

$$\lambda = m_{Luft,ges} / m_{Luft,min}$$

Um eine vollständige Verbrennung zu gewährleisten, muss die Luftüberschusszahl somit mindestens eins betragen. Bei Holzfeuerungen liegt sie aber meist zwischen 1,5 und 2,5. Ist die Luftüberschusszahl dennoch kleiner als eins (aber größer als null), spricht man von Vergasung der Festbrennstoffe. Ist sie gleich null, wird der Prozess als pyrolytische Zersetzung bezeichnet.

Die Luftzufuhr einer Feuerungsanlage kann durch die **Primärluftzuführung** im Glutbett und die **Sekundärluftzuführung** zum Gasausbrand in der Nachbrennkammer geregelt werden. Beide Zuluftströme sollten getrennt regelbar sein. Während die Primärluft hauptsächlich die Feuerungsleistung beeinflusst, ist die Sekundärluft für die vollständige

Verbrennung der brennbaren Gase verantwortlich. Eine möglichst große **Durchmischung** (Turbulenz) von Luft und Verbrennungsgasen ist in beiden Fällen unumgänglich.

Obwohl ein Luftüberschuss zur vollständigen Verbrennung notwendig ist, sollte dieser nur so groß wie nötig sein, da zu viel Luft die Verbrennungstemperatur und den Wirkungsgrad senkt.

Eine hohe **Verbrennungstemperatur** ist ebenfalls zur vollständigen Verbrennung erforderlich. Sie kann durch eine Wärme dämmende Auskleidung des Primär- und Sekundärverbrennungsraums erreicht werden.

Abhängig vom Luftüberschuss ist auch der **Taupunkt**. Dieser beschreibt die Temperatur, der feuchten Abgasluft, bei der diese wasserdampfgesättigt ist. Bei einer zunehmenden Temperatursenkung kondensiert der im Abgas enthaltene Wasserdampf. Dieser entsteht zum einen durch das chemisch gebildete Wasser bei der Verbrennung eines wasserstoffhaltigen Brennstoffs (= Verbrennungswasser) und zum anderen durch das Verfeuern von nicht ganz trockenem Brennstoff (was der Normalfall ist). Da das Kondensat zu Korrosion im Kamin und in Anlageteilen führen kann, bedarf es in den meisten Anwendungsfällen einer bestimmten Abgastemperatur die den Taupunkt nicht unterschreitet. Die Verdampfungswärme des Wassers stellt somit in den meisten Fällen einen Energieverlust dar.

Wie viel der eingesetzten Energie letztendlich genutzt wird drückt der Wirkungsgrad aus. Der **feuerungstechnische Wirkungsgrad (η_f)** berücksichtigt die Abgasverluste der Feuerung in Form von thermischen und chemischen Verlusten. Dabei wichtige Bestimmungsgrößen sind die Abgastemperatur, der Luftüberschuss und der Gehalt an Kohlenstoffmonoxyd. Verluste durch Strahlung und Konvektion der der Feuerung sowie Stillstandsverluste werden hier nicht berücksichtigt.

Beim **Kesselwirkungsgrad (η_k)** wird die mit einem Wärmeträgermedium (z.B. Wasser) abgeführte Wärmeenergie zur zugeführten Brennstoffenergie in Beziehung gesetzt. Neben den Abgasverlusten werden hier auch Strahlungs- und Rostverluste berücksichtigt.

Betrachtet man den Wirkungsgrad eines Kessels oder einer gesamten Heizanlage über eine lange Periode (Heizperiode, Kalenderjahr) hinweg, so spricht man vom **Nutzungsgrad (η_n)**. Neben den Betriebsverlusten werden auch die Bereitschaftsverluste der Konversionsanlage und die Verluste eines vorhandenen Speichers und der Wärmeverteilung berücksichtigt. Der **Jahresnutzungsgrad** einer Heizungsanlage gibt an, wie viel Prozent der eingesetzten Energie im Jahr genutzt werden kann. Der Jahresnutzungsgrad von neueren Heizkesseln liegt bei rund 90%, während alte Kessel oft nur bei rund 60% liegen. Das heißt, dass durch den Austausch des Heizkessels häufig schon bis zu einem Drittel an Heizenergie eingespart werden kann.



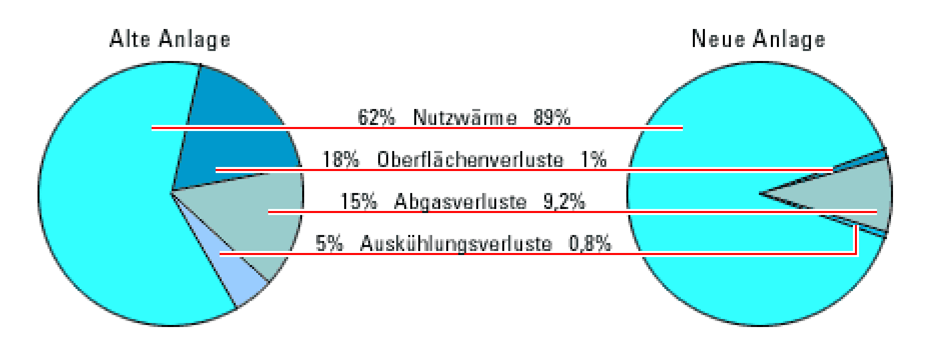


Abbildung 30: Wärmenutzung von alten und neuen Heizanlagen im Vergleich. (Quelle: ENERGYDESIGN GMBH 2006)

Abschließend können die feuerungstechnischen Anforderungen in der so genannten „**3-T-Regel**“ festgehalten werden. Diese Regel beinhaltet die drei wichtigsten Parameter, die eine vollständige Verbrennung gewährleisten.

3-T-Regel

Time – Verweilzeit der Gase
Temperature – Verbrennungstemperatur
Turbulence - Durchmischungsintensität

6. Brennstofflagerung und Feuerungssysteme

6.1. Feuerungssysteme

Die Vielzahl an Feuerungssystemen wird in die beiden Gruppen der hand- und automatisch beschickten Anlagen unterschieden.

Die von **Hand beschickten Feuerungsanlagen** sind durch ausgeprägte Schwankungen im Verbrennungsverlauf gekennzeichnet. Dies wirkt sich auch auf die Verbrennungsqualität aus. Davon sind vor allem Anlagen ohne Gebläse, so genannte Naturzuganlagen, betroffen, da hier die Randbedingungen der Verbrennung zwischen zwei Nachlegezeiten erheblich schwanken. Der kalte und noch mit einer Restfeuchte behaftete Brennstoff sowie das Öffnen der Fülltüre sorgen beim erneuten Einschichten für eine starke Abkühlung der Brennkammer. Während der anschließenden Abbrandphase verringern sich das Füllvolumen und damit auch die Verweilzeit der gebildeten Brenngase. Durch die sich ständig ändernden Verbrennungsbedingungen schwanken auch der Kohlenstoffdioxid (CO_2) und besonders der schädliche Kohlenstoffmonoxydgehalt (CO) der Abgase erheblich (Abbildung 31, Abbildung 32).

Durch die Verwendung eines automatisch geregelten Gebläses kann der Abbrand weitgehend geregelt werden, so dass ein möglichst gleichmäßiger Abbrand mit konstanten Leistungen und geringen Emissionen erzielt werden kann.

In **automatisch beschickten Anlagen** wird ein dosierbarer Brennstoff wie z.B. Pellets oder Hackschnitzel eingesetzt. Dadurch, dass dieser weitgehend automatisch und kontinuierlich in den Feuerraum eingebracht wird, kann ein gleich bleibender Feuerungsbetrieb mit konstanter Leistung erreicht werden. Durch eine automatisierte und angepasste Luftmengendosierung sind außerdem gleich bleibende hohe Temperaturen in der Brennkammer möglich. Die Schadstofffreisetzungen können somit gering und konstant gehalten werden (Abbildung 31, Abbildung 32).

Neben dem hohen Komfort, den diese Anlagen bieten (vergleichbar mit Ölheizungen) erlaubt die automatisierte Brennstoffbeschickung eine automatische Anpassung der Brennstoffmenge an den benötigten Wärmebedarf. Dadurch kann die Anlage auch in Teillast gefahren werden.



Abbildung 31: Verlauf der Kohlendioxyd und Kohlenmonoxyd Konzentrationen im Abgas einer Naturzugfeuerung (Kachelofeneinsatz), einer handbeschickten Gebläsefeuerung (Stückholzkessel) und einer automatisch beschickten Feuerung im betriebswarmen Zustand (nach LAUNHARDT et al. 1988)

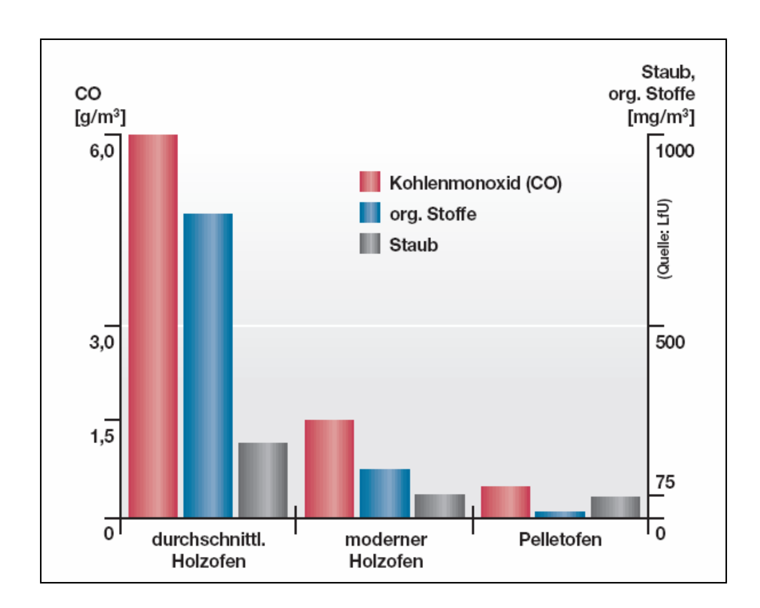


Abbildung 32: Vergleich der Abgaskonzentrationen im Abgas von Holzöfen (Quelle: LFU o.J.)

6.1.1 Stückholzheizungen

Die variantenreichste Gruppe der Heizanlagen für Biomasse stellen die handbeschickten Stückholzheizungen dar. Sie können anhand von unterschiedlichen Kriterien unterteilt werden. Möglichkeiten dazu sind:

- Feuerungsprinzip (Durchbrand, oberer oder unterer Abbrand)
- Zweck (Küchenherd, Raumheizung, Warmwasserbereitung)
- Bauart (Einzelfeuerstätte, erweiterte Einzelfeuerstätte, Zentralheizungskessel)
- Zugbedingung (Naturzug, Gebläsezug)
- Rostausführung (mit oder ohne Rost, Flachfeuerung Füllfeuerung)

Ausgehend von diesen Kriterien ergeben sich zahlreiche Heizsysteme, die sich in Zweck und Bauart unterscheiden. Dazu gehören:

- Offene Kamine
- Zimmeröfen
- Kaminöfen
- Speicheröfen
- Küchenherde



- Erweiterte Speicheröfen und Kamine
- Zentralheizungsherde
- Zentralheizungskessel

Um die Funktionsweise von Scheitholz-Heizungen besser verstehen zu können, wird zunächst näher auf die technischen Details eingegangen. Diese lassen sich nach dem **Feuerungsprinzip** unterteilen (Abbildung 33).

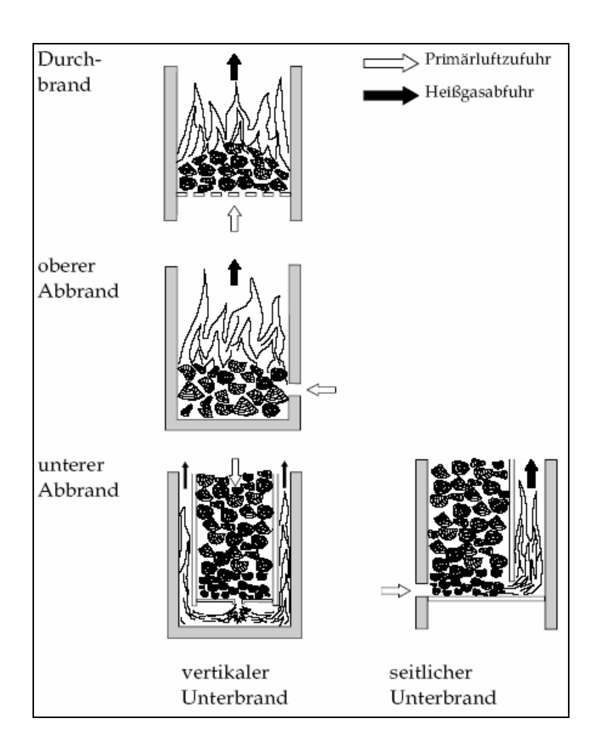


Abbildung 33: Feuerungsprinzip bei handbeschickten Holzfeuerungen (Zuführung von Sekundärluft nicht dargestellt) (Quelle: HARTMANN & NUSSBAUMER 2001)

Die Verbrennungsluft wird bei der **Durchbrandfeuerung** durch den Rost und somit durch die gesamte Brennstoffschichtung geführt. Dabei erfolgt die Zündung von unten. Das Glutbett entwickelt sich über dem Rost und unterhalb des restlichen Brennstoffvorrats. Dadurch wird der gesamte Brennstoff erhitzt und verbrennt mehr oder weniger gleichzeitig. Von Nachteil ist, dass eine Anpassung der Verbrennungsluftmenge an die unterschiedliche Brenngasfreisetzung schwierig ist. Dis ist insbesondere dann der Fall, wenn die Brennstoffauflage sehr groß ist und deshalb keine räumlich voneinander getrennte Entgasung und Nachverbrennung mehr stattfinden kann.

Um dennoch einen möglichst gleichmäßigen Verbrennungsablauf zu erzielen, sollten solche Feuerungen häufig mit kleinen Brennstoffmengen beschickt werden. Allerdings ändern sich die Verbrennungsbedingungen mit jedem Nachlegen. Bei Durchbrand- und bei oberen Abbrandfeuerungen spricht man auch vom so genannten „Chargenabbrand“. Bei modernen

Scheitholz-Zentralheizungskesseln sind Durchbrandfeuerungen heute kaum noch gebräuchlich.

Im Gegensatz zur Durchbrandfeuerung gelangt die Verbrennungsluft beim **oberen Abbrand** seitlich zur Glutbettzone. Sie wird nicht durch einen Rost geleitet. Dabei wird die erste Brennstoffcharge von oben gezündet. In der ersten Abbrandphase bildet sich hier die Glutzone. Da die Flammen und die heißen Brenngase ungehindert nach oben steigen können, werden in der Nachbrennkammer hohe Betriebstemperaturen, die für einen vollständigen Ausbrand benötigten werden, relativ schnell erreicht. Der Brennstoffvorrat erhitzt sich dabei langsam von oben nach unten.

Der Holzvorrat brennt somit gleichmäßiger und kontrollierter ab als bei einer Durchbrandfeuerung. Allerdings verändert sich das Feuerraumvolumen mit der Abnahme der Brennstofffüllhöhe. Demzufolge erhöht sich die Gasverweilzeit für die Nachverbrennung der Brenngase kontinuierlich, sofern die Feuerung nicht über eine entsprechende Sekundärluftzuführung verfügt. Die größte Verweilzeit liegt zum Schluss des Abbrands einer Charge vor, und nicht, wie es für einen optimalen Verbrennungsablauf wünschenswert wäre, am Anfang.

Beim wiederholten Nachlegen wird neuer Brennstoff auf die verbliebene Grundglut gelegt. Die nachfolgende Abbrandperiode ähnelt dann der Durchbrandfeuerung. Deshalb sind auch beim oberen Abbrand kleinere Nachlegemengen in häufigeren Intervallen von Vorteil (HARTMANN & ROSSMANN 2003).

Da der obere Abbrand in Einzelfeuerstätten eingesetzt wird, wird meist auf ein Zugluftgebläse verzichtet („Naturzugbetrieb“). Die Luftmenge wird vielmehr über Veränderungen der Lufteinlassöffnungen und über Kaminzugklappen geregelt. Meist werden Durchbrand- und obere Abbrandfeuerungen miteinander kombiniert.

Beim **unteren Abbrand** werden die Brenngase nicht nach oben abgeführt. Im Gegensatz zu den beiden oben genannten Verbrennungsprinzipien breiten sich die Flammen hier unterhalb des Feuerraumbodens oder zur Seite hin aus („Unterbrandfeuerungen“). Dadurch verbrennt nur die jeweils unterste Schicht des Brennstoffbetts. Die im Bereich der Primärluftzufuhr freigesetzten Brenngase werden über einen Gebläsezug in eine unten oder seitlich neben dem Brennstoff-Füllraum liegende Brennkammer gelenkt (Sturzbrand bzw. seitlicher Unterbrand). Dort verbrennen sie unter Sekundärluftzugabe (Abbildung 34).

Das über der Glutzone liegende Holz dient als kontinuierlich und selbständig nachrutschende Brennstoffreserve. Im Gegensatz zum Durchbrand- und oberen Abbrand beeinflusst die Füllmenge des Brennstoffschachtes den Verbrennungsablauf beim unteren Abbrand nicht. Ein großer Brennstoffschacht erhöht jedoch den Bedienkomfort, da nur selten nachgelegt werden muss. Die Abbranddauer einer Charge in einem solchen Scheitholzkessel beträgt nach heutigem Stand der Technik mehr als fünf Stunden.

Die pyrolytische Zersetzung und Vergasung des Brennstoffs ist beim unteren Abbrand relativ kontinuierlich. Die Verbrennungsluftmenge kann an die freigesetzte Brenngasmenge angepasst werden, wodurch eine hohe Verbrennungsqualität erreicht wird.

Auf Grund dieser Vorteile ist das untere Abbrandprinzip bei Stückholz-Zentralheizungskesseln das mit Abstand am häufigsten verwendete Feuerungsprinzip. Im Gegensatz zum Durchbrand und zum oberen Abbrand sind diese Feuerungen fast immer mit einer Gebläsebelüftung ausgestattet. Anlagen nach dem unteren Abbrandprinzip sind



nur für stückiges Holz oder für sehr grobes Hackgut ausgelegt. Ein Nachfüllen während der Hauptabbrandphase ist nur bedingt möglich. Bei falschem Nachlegen besteht außerdem die Gefahr des Lochbrands (Brückenbildung über dem Glutbett).

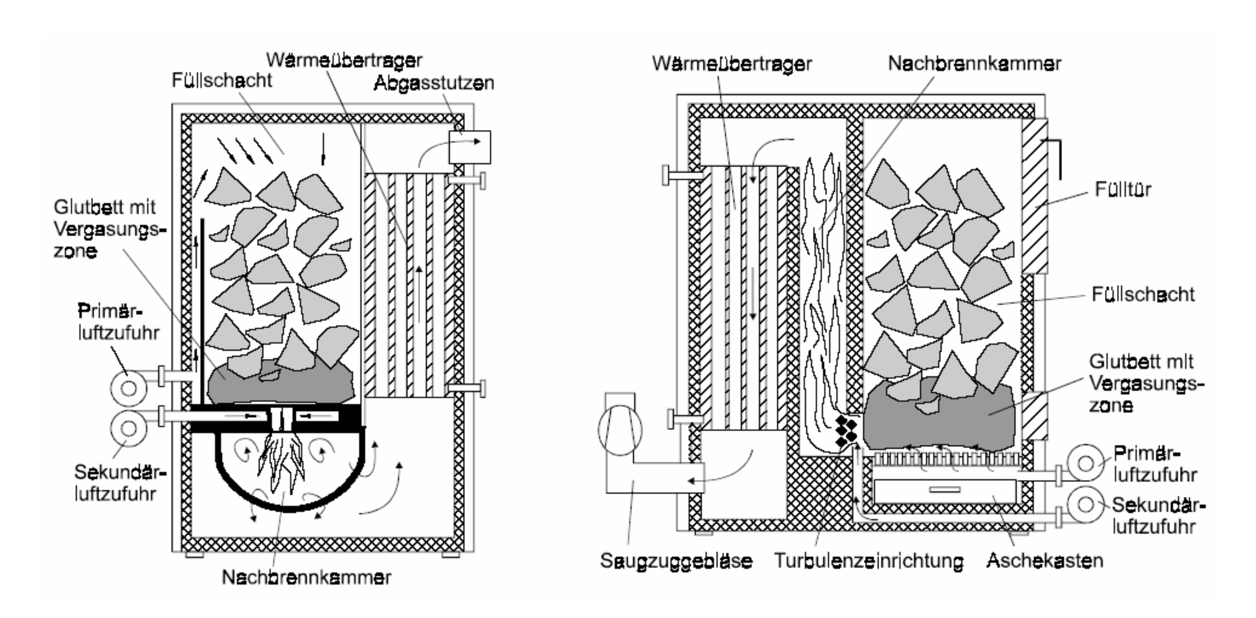


Abbildung 34: Stückholzkessel mit Sturzbrand (links) und seitlichem Unterbrand (rechts) (HARTMANN & NUSSBAUMER 2003)

Neben den unterschiedlichen Feuerungsprinzipien muss der Installateur auch unterschiedliche **Heizsysteme** kennen. Dabei spielen die Zentralheizungskessel für ihn die wichtigste Rolle. Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über alle Heizsysteme gegeben. Anschließend wird auf die Zentralheizungskessel vertieft eingegangen, da vor allem diese eine große Rolle für den Installateur spielen.

Offene Kamine besitzen ein zum Wohnraum hin offenen Feuerraum. Er ist in der Regel an seiner Rückwand und teilweise an den Seitenwänden untermauert. Eine geregelte Zufuhr der Verbrennungsluft ist nicht möglich und der Luftüberschuss ist sehr hoch. Die Verbrennungsluft wird dem Wohnraum entnommen, kann aber auch teilweise von außen zugeführt werden. Ein offener Kamin trägt vor allem zur Wohnwertsteigerung bei, zum Heizen eines Gebäudes ist er nur sehr eingeschränkt einsetzbar, da ein offener Kamin durch relativ niedrige Verbrennungstemperaturen, niedrige Wirkungsgrade und hohe Schadstoffemissionen gekennzeichnet ist. Ein solcher Kamin kann aber auch durch den Einsatz von Glasscheiben verschlossen werden. In solch einem geschlossenen Kamin können bessere Wirkungsgrade und Verbrennungsabläufe erzielt werden als im offenen Kamin.

Zimmeröfen sind frei im Wohnraum stehende Öfen, die aus Gusseisen, Kacheln oder Speckstein gebaut sein können. Sie funktionieren meist nach dem Durchbrandprinzip, wobei die Luftzugabe mehr oder weniger kontrolliert werden kann.

Der **Kaminofen** ist eine moderne Variante des Zimmerofens. Auch er wird frei im Wohnraum aufgestellt, besitzt aber eine im Betrieb luftdicht verschlossene Türe mit Sichtscheibe.

Im Gegensatz zu den Zimmer- und Kaminöfen haben die **Speicheröfen** eine vergleichsweise große Masse, die die Wärme über längere Zeiträume speichern kann. Die heißen Gase werden deshalb in gemauerten Zügen durch diese Speichermasse geleitet. Diese besteht hauptsächlich aus Zementputz, Kacheln, Ton, Schamotte oder Speckstein. Dem entsprechend werden diese Öfen auch als Kachelofen, Kachelgrundofen, Grundofen und Specksteinofen bezeichnet. Die Oberfläche, über die die Wärme als Strahlungswärme abgegeben wird, ist relativ groß, die Oberflächentemperatur damit aber relativ niedrig. Die Ausführung und das Feuerungsprinzip von Speicheröfen kann sehr unterschiedlich sein, soll hier aber nicht weiter vertieft werden.

Küchenherde stehen wie der Name schon sagt in der Küche. Sie dienen neben der Wärmeerzeugung um den Raum zu heizen auch zum Kochen und Backen. Die Anzahl dieser Herde ist zwar stark zurückgegangen, trotzdem kommen sie auch heute noch zum Einsatz. In der Regel können sie auf Koch- und Heizbetrieb umgestellt werden.

Erweiterte Speicheröfen und Kamine und **Zentralheizungsherde** liegen im Übergangsbereich zwischen Einzelfeuerstätten und Zentralheizungskesseln und können deshalb auch für den SHK-Installateur von Bedeutung sein. Bei diesen Anlagen wird nur ein Teil der erzeugten Nutzwärme an den umgebenden Raum abgegeben bzw. zum Kochen oder Backen verwendet. Über einen zusätzlich vorhandenen Wärmeübertrager (Wasser) wird Wärme an einen Heizkreislauf einen Pufferspeicher oder an einen Warmwasserspeicher abgegeben. Gegebenenfalls kann die Wärmeabfuhr auch mittels heißer Luft erfolgen, die über spezielle Luftschächte entweder direkt (als Konvektionswärme) oder als Wärmeträgermedium zu großflächigen Heizflächen (z. B. hinterlüftete Kachelwände) in benachbarte Räume geleitet wird.

Neben den eben dargestellten Heizsystemen sind für den Installateur vor allem die handbeschickten **Zentralheizungskessel** von großer Bedeutung. Auf die Funktionsweise dieser Kessel wird deshalb im Folgenden näher eingegangen.

Bei **Zentralheizungskesseln** wird versucht, jegliche Wärmeabgabe an den umgebenden Raum zu vermeiden. Der Aufstellort des Kessels befindet sich nämlich nicht in einem Raum der beheizt werden soll. Auch wird die Wärme nicht zum Kochen verwendet. Im Gegensatz dazu sind Zentralheizungskessel mit einem Wasserwärmeübertrager ausgestattet und an einen Heizwasserkreislauf angeschlossen. Über diesen Wärmeübertrager wird ein geregelter Wärmetransport zu den Heizflächen in den jeweiligen Räumen ermöglicht. Deshalb ist die Wärmeabstrahlung von der Kesseloberfläche hier als Verlustgröße anzusehen und muss durch entsprechende Wärmedämmung minimiert werden.

Als **Feuerungsprinzip** für handbeschickte Zentralheizungskessel kommt heute fast ausschließlich der untere Abbrand zum Einsatz (so genannte Unterbrandfeuerungen). Dabei wird meist stückiges Holz in Form von Scheiten oder seltener auch grobes Holzhackgut in einen Füllschacht eingefüllt. Bei einer üblichen Nennwärmeleistung von 20 bis 40 kW beträgt die typische Einfüllmenge ca. 30 bis 50 kg Brennstoff je Auflage. Beispiele für Scheitholz-Zentralheizungskessel bieten Abbildung 35 und Abbildung 36.



Die Verbrennungsluft entweder durch ein Saugzug- oder seltener durch ein Druckgebläse zugeführt. Die Anlagen werden also entweder mit Unter- oder Überdruck im Feuerraum betrieben. Wie schon dargestellt wurde, kommen heute im Zentralheizungsbereich ausschließliche Naturzuganlagen kaum zum Einsatz. Der Betrieb mit einem Gebläse bietet nämlich den Vorteil, dass die Feuerung weitgehend unabhängig von den Umgebungsbedingungen (d. h. Zugbedingungen im Kamin) betrieben werden kann. Außerdem kann die Leistung bei Gebläsefeuerungen geregelt werden. Die vom Kessel produzierte Wärmemenge kann an die Nachfrage angepasst werden (Leistungsregelung). Heute werden zunehmend abgasgeführte Verbrennungsluftregelungen verwendet, bei denen der Abgaszustand durch Sensoren überwacht wird, um so eine für die Verbrennungsluftzufuhr geeignete zusätzliche Regelgröße (z. B. Luftüberschusszahl, CO, C_nH_m) zu erhalten. Derartige abgasgeführte Verbrennungsluftregelungen können die Wirkungsgrade deutlich verbessern, so dass heute Wirkungsgrade von über 90 % erreicht werden. Durch eine kontrollierte Leistungsregelung sind aber auch Teillastbetriebszustände bis mindestens 50 % möglich. Trotzdem ist immer auch der Einsatz eines Pufferspeichers sinnvoll, der die Schwankungen zwischen Wärmenachfrage und Wärmeangebot ausgleicht.

Zuden wichtigsten **sicherheitstechnischen Maßnahmen** bei handbeschickten Feuerungen gehört das kontrollierte Öffnen des Beschickungsraums zur Verhinderung austretender Gase (z. B. durch Kontaktschalter mit Ansteuerung des Abgasventilators).Auch eine thermische Ablaufsicherung des Kessels ist bei geschlossenen hydraulischen Systemen wichtig. Hierbei handelt es sich um eine mechanische Vorrichtung, durch die im falle der Überhitzung Kaltwasser (meist Trinkwasser) über einen Sicherheitswärmeübertrager geleitet wird. Beim Erreichen einer bestimmten Vorlauftemperatur, öffnet sich ein Ventil, welches den Kaltwasserdurchfluss freigibt, so dass die überschüssige Wärme in das Abwassersystem abgeleitet werden kann.

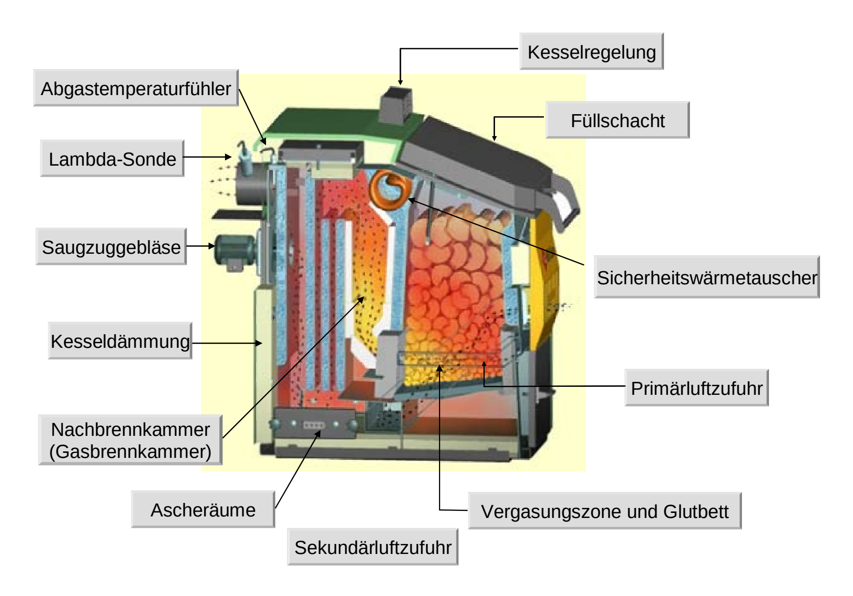


Abbildung 35: Schnitt durch einen Scheitholz-Kessel (Quelle: HDG-BAVARIA)



Abbildung 36: Schnitt durch einen Scheitholz-Kessel (Quelle: GUNTAMATIC)

Handbeschickte Zentralheizungskessel für Stückholz werden im Nennwärmeleistungsbereich von 10 bis 800 kW angeboten. Ihr Haupteinsatzbereich liegt bei Leistungen bis 50 kW. Auf Grund der zunehmenden Bedeutung von Niedrigenergiehäusern werden in jüngster Zeit auch Anlagen mit weniger als 15 kW Nennwärmeleistung angeboten.

Während in den häuslichen Kesseln überwiegend Scheitholz verwendet wird, dürfen in Anlagen über 50 kW teilweise auch Holzverarbeitungsabfälle verbrannt werden. Diese Holzverarbeitungsabfälle beinhalten auch gestrichene, lackierte oder beschichtete Hölzer sowie Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder verleimtes Holz. In der gewerblichen Holzverarbeitung werden zur Verbrennung von Industrieresthölzern auch größere Anlagenleistungen von ca. 250 kW eingesetzt. In Ausnahmefällen kommen auch Leistungen bis 800 kW vor.

Die **Beschickung** von kleineren Kesseln erfolgt entweder seitlich über schwenkbare Fülltüren oder von oben über einen Füllschachtdeckel. Bei der seitlichen Befüllung besteht ein geringeres Risiko, dass Schwelgase über die relativ kleine geöffnete Tür in den Aufstellraum austreten. Das Füllvolumen ist hier allerdings bei gleicher Bauhöhe in der Regel geringer als bei Feuerungen mit Oben-Beschickung. Deshalb wird bei größeren Anlagenleistungen ausschließlich die Beschickung von oben verwendet. Um einen Schwelgasaustritt beim Öffnen des Fülldeckels zu vermeiden, wird normalerweise eine Sicherheitsschaltung eingebaut. Sie steuert den Abgasventilator, um den Unterdruck im Füllraum zu erhöhen.



Bei Scheitholzkesseln die von oben beschickt werden, kommen häufig auch Füllschachtaufsätze zum Einsatz. Sie erhöhen das Füllvolumen des Kessels um 50 bis 100 %. Dadurch verlängert sich zwar die Brenndauer, das Einschichten der Scheite wird allerdings beschwerlicher.

In allen modernen Scheitholzkesseln heutiger Bauart sind Gebläse integriert. Dadurch kann die Feuerung mit Verbrennungsluft unabhängig vom Kaminzug geregelt werden. **Druckgebläse** erzeugen einen Überdruck im Feuerraum und sind in der Regel an der Frontseite der Anlage montiert. Beim Nachlegen ist ein Abschalten des Gebläses erforderlich. Gleichzeitig öffnet sich ein Bypass zum Abgasrohr, durch den der Überdruck entweichen kann.

Im Gegensatz dazu sind **Saugzuggebläse** am Rauchrohrabgang angebracht. Sie erzeugen in der Anlage einen Unterdruck. Das Sauggebläse bietet beim Nachlegen von Brennstoff den Vorteil, dass der Austritt von Schwelgasen beim Öffnen der Fülltür nicht durch eine aufwändige Sicherheitsvorrichtung vermieden werden muss. Beim Öffnen der Fülltür wird lediglich die Drehzahl des Gebläses erhöht, um die Schwelgase abzusaugen.

Die **Wärmeübertragung** wird bei Kleinanlagen meist durch den Einsatz von Rauchrohrkesseln ermöglicht. Dabei werden die Abgase durch Rauchrohre geleitet, die vom Wärmeträgermedium (Wasser) umspült sind. Auch Plattenwärmetauscher kommen zum Einsatz. In Scheitholzkesseln sind die Wärmeübertrager meist ein- oder zweizügig mit vertikalem Abgasverlauf ausgeführt. Diese Bauweise benötigt zwar mehr Platz, ist aber wegen der leichteren Reinigung sinnvoll. Der abgelöste oder abgebürstete Staub kann besser in den darunter liegenden Aschekasten fallen. In die Rauchrohre werden meist so genannte Turbulatoren eingehängt. Diese Spiralen sind Rauchgasschikanen, durch die die Gasverweilzeit im Rauchrohr erhöht wird. Außerdem wird die Ausprägung heißer Strähnen im Kernstrom des Abgasweges verhindert. Diese Turbulatoren können den Wirkungsgrad erheblich erhöhen. Da sie beweglich sind, dienen sie meist auch der Reinigung, indem sie beispielsweise von Zeit zu Zeit über einen Hebel auf und ab bewegt werden und dadurch Staubablagerungen entfernen. Sind keine Turbulatoren vorhanden, muss die Reinigung von Hand erfolgen.

Stückholzfeuerungen bedürfen einer besonderen **Regelung**, die auf den besonderen Verbrennungsablauf des Chargenabbrands abgestimmt ist. Die Verbrennung jeder Charge weist drei signifikante Phasen auf: die Anfahrphase, die stationäre Phase mit annähernd konstanter Leistung und die Ausbrandphase. Da in der Anfahrphase die gewünschte Betriebstemperatur noch nicht erreicht ist kommt es zu erhöhten Emissionen von unverbrannten Stoffen (Kohlenwasserstoffe, Kohlenstoffmonoxid). In der stationären Phase ist die Betriebstemperatur schließlich erreicht. Bei geeigneter Zuführung der Verbrennungsluft kommt es zu einer vollständigen Verbrennung. In der Ausbrandphase wird schließlich die Glut verbrannt. Da in dieser Phase die Feuerungsleistung und die Verbrennungstemperatur absinken, kann die Emission unverbrannter Gase in dieser Phase wiederum ansteigen.

Allerdings ist während der Ausbrandphase im Gegensatz zur Anfahrphase meist nur ein Anstieg des Kohlenmonoxidgehalts festzustellen. Die Kohlenwasserstoffemissionen bleiben dabei gering, da kaum noch flüchtige Holzkomponenten vorhanden sind.

Da Scheitholzkessel von Hand beschickt werden, kommt die Brennstoffzufuhr zur Regelung für die Leistungs- und Verbrennungsregelung nicht in Frage. Stattdessen erfolgt die Regelung über die Primär- und Sekundärluftmenge. Durch die geregelte Primärluftzufuhr



kann die Entgasungsrate und damit die Feuerungsleistung in einem Bereich von ca. 50 bis 100 % beeinflusst werden. Mit der Sekundärluft wird der vollständige Ausbrand der brennbaren Gase kontrolliert.

Je nach Regelbarkeit und Regelungsart kann man zwischen Volllastkessel, leistungsgeregelten Kesseln und Kesseln mit kombinierten Leistungs- und Verbrennungsregelungen unterscheiden.

Volllastkessel können nicht in ihrer Leistung gedrosselt werden, da sie kein Gebläse besitzen. Die Wärmeabgabe hängt vielmehr von der zugeführten Luftmenge und dem natürlichen Kaminzug ab. Die Luftmenge kann durch Klappenstellungen für die Primär- und Sekundärluftöffnungen in einem bestimmten Umfang geregelt werden. Diese Kessel werden auch als Naturzugkessel bezeichnet.

Leistungsgeregelte Kessel besitzen ein Saugzug- oder Druckgebläse. Dadurch kann die zugeführte Primärluftmenge je nach Leistungsbedarf gezielt zu dosiert werden. Die Regelung erfolgt über die Gebläseleistung oder über eine entsprechende Klappenstellung in den Zuluftkanälen.

Auch leistungsgeregelte Scheitholzkessel sollten möglichst bei Nennwärmeleistung betrieben werden, da es sich hierbei um den verbrennungstechnisch günstigsten Betriebszustand mit den geringsten Schadstoffemissionen handelt. Obwohl eine dauerhafte Lastdrosselung (ca. 50 %) möglich ist, sollten Wärmespeicher eingesetzt werden.

Bei **Kesseln mit kombinierter Leistungs- und Verbrennungsregelung** wird zusätzlich zur Kesselleistung auch die Qualität der Verbrennung geregelt. Dazu kann z.B. die Abgastemperatur als weitere Regelgröße verwendet werden. Entsprechend dem Abbrandfortschritt wird die Verbrennungsluftmenge oder das Verhältnis von Primär- und Sekundärluft angepasst. Bei hochwertigeren Regelkonzepten werden auch Verbrennungstemperatursensoren, Lambda-Sonden oder CO-Sensoren verwendet.

Um eine hohe Verbrennungsqualität zu erreichen, sollten handbeschickte Feststoff-Feuerungen mit möglichst hoher Heizlast (mit Nennwärmeleistung) betrieben werden. Da die maximale Auslastung aber nur während weniger Heiztage im Jahr benötigt wird, sind verschiedene Maßnahmen erforderlich, durch die eine sinnvolle Anpassung an den jeweiligen Energiebedarf erfolgen kann.

- Leistungsangepasste Auswahl der Heizanlage
- Kombination mit anderen Wärmeerzeugern (z.B. Solarthermie)
- Verwendung von Wärmespeichern („Pufferspeicher“)

6.1.2 Hackschnitzelheizungen

Die Hachschnitzelfeuerung hat ein ähnliches Funktionsprinzip wie die vollautomatische Pelletfeuerung, ist aber wegen der aufwendigeren Technik der Brennstoffförderung aus dem Vorratslager nur für größere Wohneinheiten bzw. für Heizwerke geeignet. In diesem Handbuch werden ausschließlich Hackschnitzelanlagen zu Zentralheizungszwecken für



einzelne Häuser und kleinere Wohnanlagen betrachtet. Hackschnitzelheizanlagen wie auch Pelletheizungen können als automatisch beschickte Feuerungen zusammengefasst werden. Obwohl beide Heizungsarten unterschiedliche Einsatzbereiche haben was vor allem den Leistungsbereich betrifft, haben sie einige Gemeinsamkeiten. Beide Heizungsarten werden automatisch beschickt, das heißt es müssen lediglich die Vorratslager aktiv befüllt werden, die Beschickung erfolgt aber nicht per Hand. Damit erreichen diese Heizungsarten einen ähnlichen Bedienkomfort wie z.B. Öl- oder Gasheizungen.

Automatisch beschickte Heizanlagen lassen sich in Unterschub- und Querschubfeuerungen einteilen. Hinzu kommen noch Abwurffeuerungen, die speziell für Pelletheizungen entwickelt wurden. Einen Überblick über die Systematik der **Feuerungsprinzipien** geben HARTMANN & ROSSMANN (2003) in Tabelle 13.

Bei der **Unterschubfeuerung** wird der Brennstoff mit Hilfe einer Förderschnecke von unten in die Feuermulde eingeschoben. Gleichzeitig wird die Primärluft in die Feuermulde eingeblasen. Dort wird der Brennstoff getrocknet, pyrolytisch zersetzt und vergast. Um die Brenngase vollständig zu oxidieren, wird sie mit der Sekundärluft vermischt. Die heißen Gase geben im Wärmeübertrager ihre Wärme ab und gelangen durch das Kaminsystem in die Atmosphäre. In Unterschubfeuerungen können Holzschnitzel mit einem Wassergehalt von 5 bis maximal 50 % verfeuert werden, wobei der Feuerraum und die Nachbrennkammer an die Brennstoffqualität und insbesondere an den Brennstoff-Wassergehalt angepasst sein müssen. Beim Verbrennen von trockenem Holz würde nämlich eine Anlage für z.B. waldfrische Hackschnitzel (50 % Wassergehalt) eine zu hohe Feuerraumtemperatur erreichen. Dies kann zu Materialproblemen und zur Schlackebildung führen. Brennstoffe für Unterschubfeuerungen sollten aschearm sein sowie eine feinkörnige und gleichmäßige Beschaffenheit aufweisen. Eine Verbrennung von Rinde oder Halmgutbrennstoffen ist deshalb nicht möglich. Das Prinzip der Unterschubfeuerung wird auch häufig für die Verbrennung von Holzpellets verwendet.

Prinzip	*Variante*	*Typ*	*Schema*	*Leistung*	*Brennstoffe*
Unterschub-feuerung				**10 kW-2,5 MW**	**Pellets** **Hackschn.**
Quereinschub-feuerung	**Rost-feuerung**	**Starrer Rost**		**> 35 kW**	**Pellets** **Hackschn.**
		Bewegter Rost		**100 kW-20 MW**	**Pellets** **Hackschn.** **Späne** **Rinde**
	Schubofen-feuerung	**Mit Was-serkühlung**		**25 kW-800 kW**	**Pellets** **Hackschn.** **Halmgut** **Körner**
		Ohne Was-serkühlung		**25 kW-180 kW**	**Pellets** **Hackschn.**
Abwurffeue-rung	**Mit Rost**	**Kipprost-feuerung**		**15 kW-30 kW**	**Pellets** **Präzisions-hackgut**
	Ohne Rost	**Schalen-brenner**		**6 kW-30 kW**	**Pellets** **Präzisions-hackgut.**
		Tunnel-brenner		**> 10 kW**	**Pellets**

Tabelle 13: **Systematik der Feuerungsprinzipien automatisch beschickter Kleinanlagen (nach HARTMANN & ROSSMANN 2003)**

Bei **Querschubfeuerungen** wird der Brennstoff von der Seite in den Feuerraum eingebracht. Der Feuerraum selber ist entweder mit oder ohne Rost ausgestattet. Die Holzhackschnitzel, die eine geringe Kantenlängen und relativ homogene Korngröße aufweisen sollten, werden überwiegend mit Hilfe von Schnecken in die Feuerung eingebracht. Aber auch grobkörnige, ungleichmäßige Brennstoffe können mit Hilfe von Kolben beschickt werden.

Bei den Feuerungen **mit Rost** überwiegen die **starren Rostsysteme**. Im Leistungsbereich über 100 kW kommen auch bewegte Vorschubroste zum Einsatz. Bei Feuerungen mit **bewegtem Rost** (Vorschubrost) wandert der Brennstoff durch Vor- und Rückwärtsbewegungen der einzelnen Rostelemente auf dem Schrägrost nach unten. Die **rostlose Schubbodenfeuerung** funktioniert ähnlich wie die Unterschubfeuerung. Verfügt die Feuerung über eine **wassergekühlte Brennmulde** ist sie, neben Hackschnitzeln und Holzpellets, auch speziell für aschereiche und zur Verschlackung neigende Brennstoffe geeignet. Auch die gezielte Primärlufteinführung kann zur Rostkühlung eingesetzt werden. Die Sekundärluft wird oberhalb des Rostes bzw. des Glutbetts oder vor Eintritt in die Nachbrennkammer zugeführt. Die anfallende Asche fällt in einen Aschekasten. Er wird entweder manuell oder automatisch durch eine Schnecke entleert.

Das Funktionsprinzip der **Abwurffeuerungen** wird im nächsten Kapitel (6.1.3) dargestellt, da dieses System vor allem bei Pelletheizungen angewandt wird.

Hackschnitzelanlagen als Kleinanlage werden meist komplett in Kompaktbauweise angeboten. Dabei sind die Komponenten Brennstoffzuführung, Feuerung, Wärmetauscher, Abgasgebläse und die Entaschung integriert. Im Gegensatz dazu ist auch eine getrennte Verwendung von Baugruppen möglich. Ein Beispiel dafür ist die Vorofenanlage, die hier aber nicht näher behandelt wird, da sich dieses Handbuch auf kleinere Anlagen konzentriert.

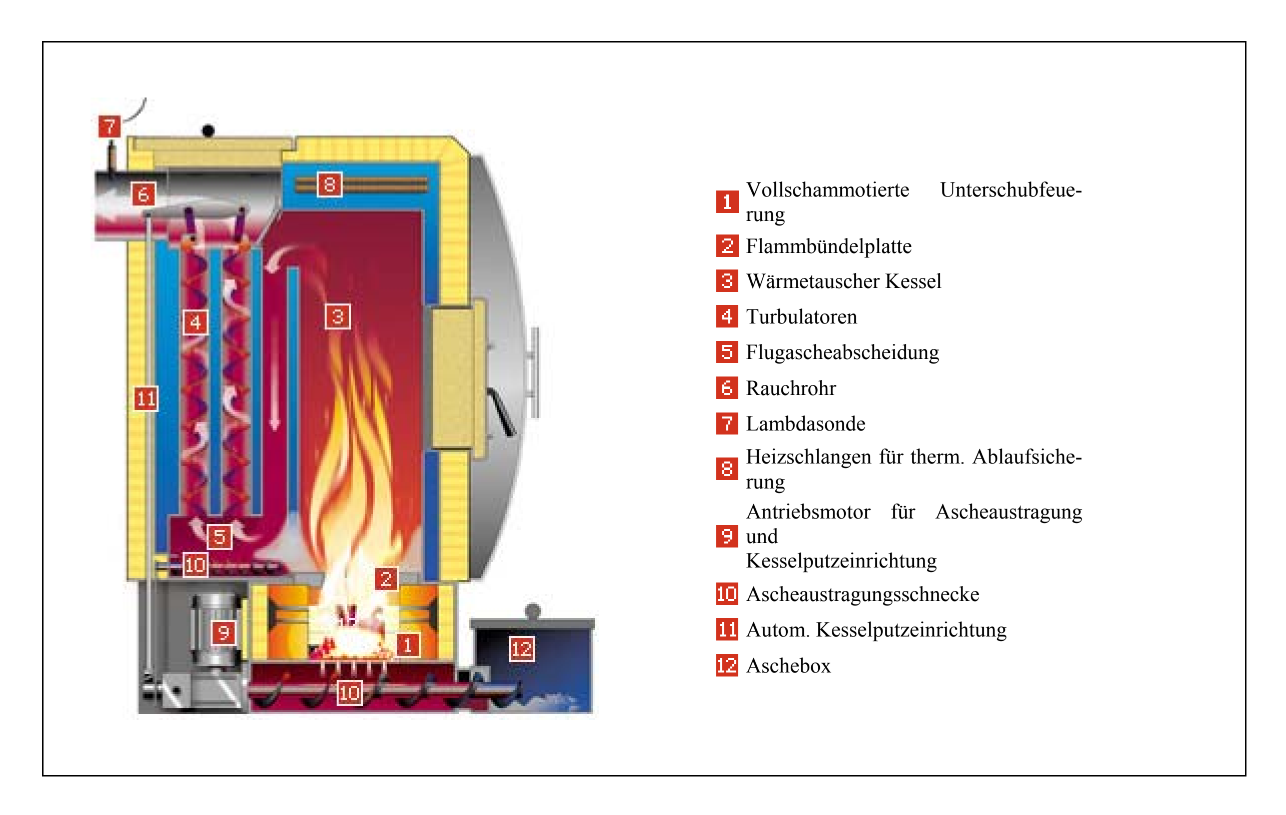


Abbildung 37: Schnittbild einer Hackgut Heizanlage für 25-55 kW (Quelle: HARGASSNER)

Eine wichtige technische Eigenschaft von guten Hackschnitzelheizungen ist eine hervorragende **Anbindung an das Brennstofflager**. Deshalb verfügen Hackschnitzelfeuerungen in

der Regel über eine automatisierte Brennstoffnachlieferung aus dem Lagerraum. Das geschieht meist über eine Doppelschneckenzuführung mit Fallschacht. Die hierbei verwendeten Entnahmesysteme aus dem Lagerraum können z.B. Blattfederaustrag, Konusschnecke, Schubboden oder Schrägboden sein. Die Austragsebene des Silos kann dabei entweder waagerecht oder als schiefe Ebene angeordnet sein, je nachdem, wie der Zugang für Wartung oder Reparaturen an den beweglichen Teilen realisiert wird.

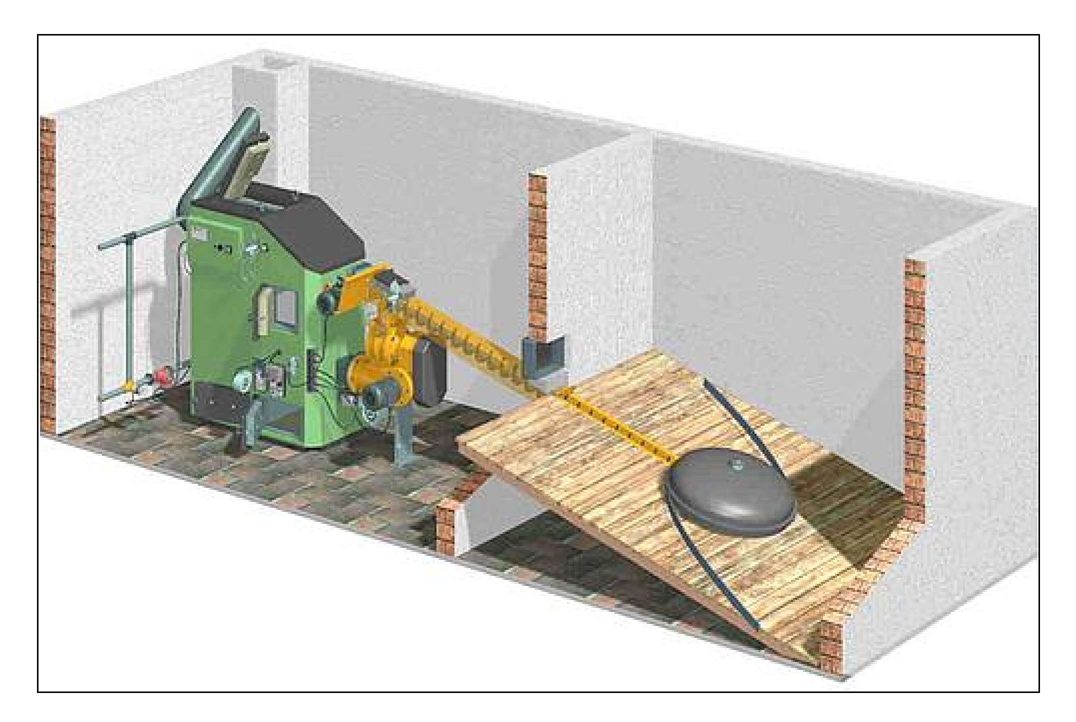


Abbildung 38: mögliche Anbindung einer Hackschnitzelanlage an den Lagerraum mit Federkern und Förderschnecke (Quelle: HDG-BAVARIA)

6.1.3 Pelletheizungen

Die Entwicklung von Pelletöfen ist in den letzten Jahren stark vorangeschritten. Dabei lassen sich unterschiedliche Typen charakterisieren.

- Pellet-Einzelöfen
- Pellet-Einzelöfen mit Wassertasche
- Pellet-Zentralheizungskessel mit Saugförderung
- Pellet-Zentralheizungskessel mit Schneckenförderung
- Kombikessel



Pellet-Einzelöfen haben eine Leistung bis ca. 11 kW. Meist werden sie wie Kaminöfen im Wohnraum des Hauses aufgestellt, da sie hauptsächlich zum Beheizung einzelner Wohnräume konzipiert sind. Sie besitzen einen vom Brennraum abgetrennten Vorratsbehälter, der in regelmäßigen Abständen von Hand befüllt werden muss. Dabei ist der Behälter so ausgelegt, dass der Vorrat für eine Brenndauer zwischen 24 und 100 Stunden ausreicht und auch während des Heizbetriebes gefahrlos aufgefüllt werden kann. Mittels einer Schnecke werden die Pellets automatisch aus dem Vorratsbehälter in den Verbrennungsraum gefördert und elektrisch gezündet. Die Menge der eingetragenen Pellets wird hierbei durch die zuvor gewünschte Heizleistung bzw. Raumtemperatur bestimmt. Eine Steuerungseinheit regelt das optimale Verhältnis von Verbrennungsluft, Pelletsmenge und Betriebstemperatur. So können geringe Abgaswerten und hohen Wirkungsgraden von bis zu 95 % erzielt werden. Für einen gefahrlosen Betrieb der Anlage sorgen verschiedene Rückbrandsicherungen.

Pellet-Einzelöfen mit Wassertasche können durch den Anschluss an ein Heizsystem auch Brauchwasser oder andere Räume erwärmen. Aufgrund der geringen Größe des Brennstoff-Vorratsbehälters und der damit verbundenen häufig notwendigen Neubefüllung eignet sich dieses Heizsystem jedoch nur für die Beheizung von Wohnungen mit geringem Wärmebedarf (Etagenwohnung, Niedrigenergiehaus, Passivhaus) oder zur Kombination mit anderen Heizsystemen.

Die Kosten für einen Einzelofen liegen zwischen ca. 3.000 Euro ohne Wassertasche und 5.100 Euro mit Wassertasche.

Im Gegensatz zu den Pellet-Einzelöfen werden **Pellet-Zentralheizungskessel** im Heizraum eines Gebäudes installiert. Sie sind größer konzipiert und sind auf das Heizen in Ein- und Zweifamilienhäusern, aber auch auf kleine Netze von zwei bis vier Häusern ausgelegt. In der Regel handelt es sich dabei um Zentralheizungskessel, die über eine Förderschnecke oder eine Saugaustragung mit einem Lagerraum oder -tank verbunden sind. Aus diesem werden die Pellets automatisch zum Heizkessel transportiert. Der Lagerraum sollte dabei so dimensioniert sein, dass er nur selten (einmal im Jahr) aufgefüllt werden muss. Die Befüllung des Lagerraums erfolgt mittels eines Tankwagens, ähnlich dem Öltankwagen. Durch den hohen Bedienkomfort der automatischen Beschickung können Pellet-Zentralheizungskessel ohne weiteres mit herkömmlichen Ölheizungen konkurrieren. Pelletkessel werden außerdem häufig mit einem Zwischenbehälter, der sich in unmittelbarer Nähe zum Kessel befindet, kombiniert. In diesem Zwischenbehälter befindet sich ein Füllstandsmelder, der zum Teil auch den Nachfüllvorgang automatisch auslöst.

Anders als bei Hackschnitzeln können bei Pelletheizungen auch verwinkelte Förderwege vom Lager zur Feuerung realisiert werden, da sich Pellets auch mit gebogenen achsenlosen Schnecken oder mit einem Saugfördersystemen (Luftstromförderung) transportieren lassen. Dadurch besteht eine weitaus größere Flexibilität bei der Nutzung vorhandener Räume.

Die **Austragung** der Pellets durch eine **Saugförderung** hat den Vorteil, dass der Lagerraum der Pellets nicht zwangsweise im Nachbarraum liegen muss. Dieser kann sich auch in größerer Entfernung (bis zu 20 m) zum Kessel befinden. Dadurch können z. B. auch Erdtanks im Garten als Lagerraum für die Pellets genutzt werden. Nachteilig ist der etwas höhere Geräuschpegel bei der Förderung der Pellets. Dieser lässt sich jedoch durch den Ein-

bau eines zwischengeschalteten Vorratsbehälters, der nur periodisch aufgefüllt wird, sowie eine gute Schallisolierung der Rohrleitungen reduzieren.

Die Austragung der Pellets mittels einer **Förderschnecke** bedarf einer direkten Nähe des Lagerraums zum Kessel. Unabhängig vom Fördersystem des Lagers zum Kessel, werden die Pellets mit Hilfe einer zweiten Förderschnecke automatisch in den Brennraum transportiert. Die Menge der eingetragenen Pellets wird hierbei von einer programmierbaren Steuerungsanlage geregelt.

Im Gegensatz zu den Einzelöfen, bei denen die Abgabe von Strahlungs- und Konvektionswärme zur Beheizung des Wohnraumes erwünscht ist, sind die Zentralheizungen zur Reduzierung von Abstrahlungsverlusten vollständig isoliert. Pufferspeicher sind bei der Installation von Pellet-Zentralheizungen nicht zwingend notwendig, durch deren Einbau ist es jedoch möglich, die Zahl der Brennerstarts zu reduzieren und den Heizkessel immer im Volllastbetrieb laufen zu lassen. Dies erhöht den Wirkungsgrad und reduziert die Emissionen der Verbrennung. Über die Vor- und Nachteile eines Pufferspeichers wird in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** näher eingegangen.

Obwohl alle in Tabelle 13 aufgeführten **Feuerungsprinzipien** auch für die Verbrennung der hochverdichteten Pellets in Frage kommen, werden vor allem Abwurffeuerungen, aber auch Unterschubfeuerungen eingesetzt (Tabelle 14).

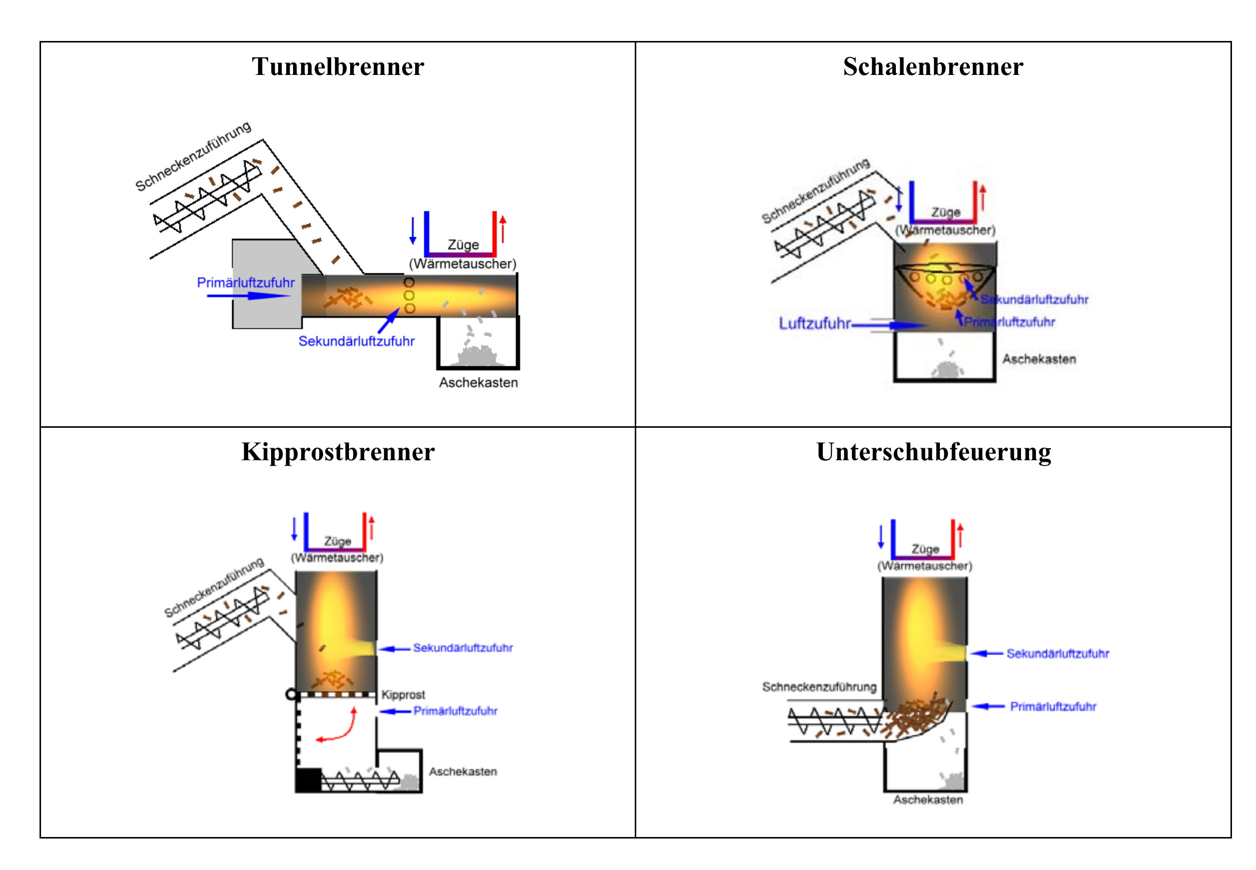


Tabelle 14: Die gängigsten Feuerungsprinzipien für Pelletfeuerungen (Quelle: IDEE E.V. 2004)

Das Prinzip der **Abwurffeuerung** (Abbildung 39) wurde speziell für Holzpellets entwickelt. Es eignet sich daher auch nicht für konventionelle Hackschnitzel. Bei dieser Technik



fallen die mit einer Förderschnecke zugeführten Pellets über ein Rohr oder einen Schacht von oben auf das Glutbett. Dieses befindet sich entweder in einer herausnehmbaren Brennschale, auf einem Kipprost oder in einem Tunnel. Dort werden Primär- und Sekundärluft von unten oder seitlich durch entsprechende Düsenbohrungen eingeleitet.

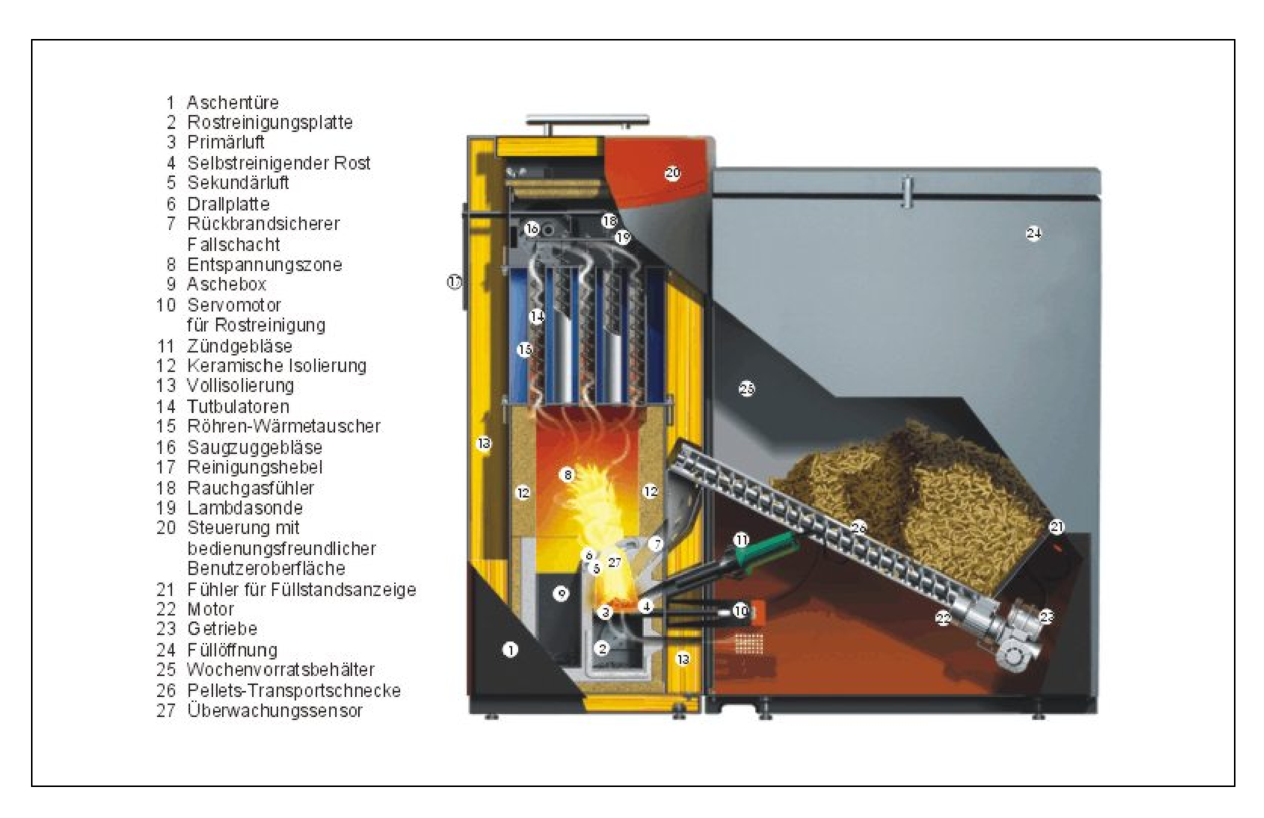


Abbildung 39: Schnitt durch einen Pelletbrenner mit Abwurffeuerung (Quelle: Guntamatic)

Beim **Tunnelbrenner** streicht die Verbrennungsluft horizontal durch ein Verbrennungsrohr, so dass die Brennerflamme am anderen Ende seitlich in den Kesselraum austreten kann.

Bei **Kipprostanlagen** wird die anfallende Aschemenge von Zeit zu Zeit automatisch in den darunter liegenden Rostaschesammler abgeworfen. Damit größere Ascheablagerungen vollständig vom Rost entfernt werden, prallt der herunterklappende Rost gegen eine vertikale Reinigungsplatte. Diese Reinigungsplatte ist mit Stiften besetzt, die die Ablagerungen entfernen. Beim Abkippen kann es passieren, dass auch noch nicht vollständig verbrannte Pellets entfernt werden. Diese glühen aber im Aschebett aus während neu zugeführte Pellets auf dem gereinigten Rost gezündet werden.

Neben reinen Pelletsheizungen bieten einige Firmen auch so genannte **Kombikessel** an. Dies sind Zentralheizungen, die wahlweise mit Pellets oder Stückholz betrieben werden können.

Pelletbrenner werden auch als **Nachrüstkomponenten** angeboten, die ähnlich wie ein Erdgas- oder Heizölbrenner an einen bestehenden Heizkessel angeflanscht werden können, so dass damit auch der Umbau einer bestehenden Anlage möglich wird. Hierbei sind insbe-

sondere Kombinationen mit Scheitholzkesseln üblich. Solche Brenner können als **Unterschubfeuerung**, welche schon in Kapitel 6.1.2 erläutert wurde, ausgeführt sein.

Pelletheizungen können in einem kontinuierlichen Betrieb zwischen Voll- und Teillast geregelt werden. Der **Leistungsbereich** von Pelletheizungen liegt dabei zwischen 30 bis 100 %. Durch die Leistungsregelung kann der Jahresnutzungsgrad verbessert werden, da die Bereitschaftsverluste infolge längerer Betriebszeiten der Feuerung geringer sind. Unterhalb der kleinsten Wärmeleistung, die von der Feuerung im kontinuierlichen Betrieb noch erbracht werden kann, schaltet die Feuerung nur bei Bedarf an. Daher muss die Feuerung für einen vollautomatischen Betrieb aus dem abgeschalteten Zustand angefahren werden können. Die automatische Zündung erfolgt durch Heißluftgebläse oder durch das Glutbett selbst.

Neben der Brennstoffzufuhr wird die Leistung auch mittels einer Lambda-Sonde im Abgasstrom geregelt. Der Luftüberschuss richtet sich nach Brennstoff-, Verbrennungsluft- oder Sekundärluftmenge.

In Pellet-Zentralheizungsanlagen wird auch mit anderen Brennstoffen (z. B. gesiebte Hackschnitzel) experimentiert. Die Verwendung von anderen leicht rieselfähigen Körnerbrennstoffen wie Getreide, Ölsaaten oder Ackerbohnen ist jedoch wegen des hohen Aschegehalts und vor allem wegen der Verschlackungsneigung nicht problemlos möglich. Außerdem ist deren Einsatz in Kleinfeuerungen rechtlich problematisch.

6.2. Brennstofflagerung

Die Brennstofflagerung dient zunächst zur Überbrückung der Zeitspanne zwischen dem Anfall der Biomasse und ihrer energetischen Nutzung. Für den Verbraucher ist eine Lagerung des Brennstoffs außerdem notwendig, damit ständig Material zum Heizen und zur Warmwasserbereitung im Haus ist. Zusätzlich erfüllt die Lagerung von Scheitholz den Zweck der allmählichen Brennstofftrocknung.

Obwohl die Lagerung von Brennstoffen aus Biomasse relativ ungefährlich ist, müssen dennoch auch einige Gefahrenquellen, vor allem für Schüttgutbrennstoffe, berücksichtigt werden.

- Selbstentzündung
- Pilzwachstum und Sporenbildung
- Geruchsbelästgung
- Wiederbefeuchtung
- Substanzverlust
- Qualitätsverlust



Die möglichen Maßnahmen, um diese Gefahren auszuschalten oder zu minimieren werden in den einzelnen, folgenden Kapiteln zur Brennstofflagerung von Holz, Hackschnitzeln und Pellets erklärt.

6.2.1 Holzlagerung

Das Lagern von Holz ist relativ ungefährlich. Durch eine unsachgemäße Lagerung können allerdings erhebliche Qualitätsverluste auftreten, vor allem wenn das Holz nicht an einem trockenen Standort gelagert wird. Feuchtes Holz brennt nicht nur schlecht unter Schadstoffausstoß, es kann sich auch während der Lagerung allmählich zersetzen.

Deshalb ist eine fachgerechte Lagerung von Brennholz notwendig. Sie kann sowohl im Freien als auch unter Dach stattfinden. Eine Lagerung auf Freiflächen ist in der Praxis vor allem bei **unaufbereitetem oder teilaufbereitetem Holz** weit verbreitet. Dabei sollte sichergestellt werden, dass eine Sekundärverschmutzung minimiert wird. Auch ein Schutz vor Bodenfeuchtigkeit sollte gewährleistet sein. Als Untergrund eignen sich z.B. Holzplanken, Paletten oder trockener Kiesboden.

Damit es für die Verbrennung ausreichend trocken ist, sollte **ofenfertig aufbereitetes Brennholz** im Freien nicht ohne Regenschutz lagern. Stückiges Brennholz erreicht den geforderten lufttrockenen Zustand (w = 12 bis 20 %) normalerweise erst nach einer ein bis

zweijährigen Lagerdauer. Eine **Wiederbefeuchtung** ist in jedem Fall durch eine Abdeckung wie z.B. einer Plane oder einer festen Überdachung zu verhindern. Trotzdem sollte der Holzstoß von allen Seiten her belüftet werden können.

Zusammenfassend sind für eine qualitätsgünstige Lagerung folgende Bedingungen zu beachten:

- Holzstapel regengeschützt abdecken,
- trockenen Untergrund schaffen,
- Luftzutritt gewährleisten (auch von unten),
- als Lagerort möglichst windexponierte Fläche wählen (z. B. Lagerung am Waldrand anstatt im Wald),
- Abstand zu Gebäudewänden oder zwischen den Holzstapeln mindestens ca. 10 cm,
- Sonnenzugewandte Seiten bevorzugen,
- falls möglich Tagesverbrauch an Brennstoff in beheizten Räumen (z. B. im Aufstellraum der Feuerung) bevorraten (Brennstoffvorwärmung!),
- bei Lagerung in Gebäuden ohne besondere Feuerschutzeinrichtungen ist die maximal zulässige Brennstoffmenge zu beachten, d. h. maximal 15 t Holzbrennstoff (entspricht 31 Raummeter (Rm) Buchenscheitholz bzw. 43 Rm Fichtenscheitholz, jeweils lufttrocken).



Abbildung 40: Vorbildliche Holzlagerung (trocken, luftig, südseitig) (Quelle: HDG-BAVARIA)

6.2.2 Hackschnitzellagerung

Bei der Lagerung von Hackschnitzeln sind wesentlich mehr Aspekte als bei der Holzlagerung zu beachten.

Die Stoffwechseltätigkeit von Pilzen und Bakterien können zu einer **Wärmeentwicklung** der frisch eingelagerten und feuchten Hackschnitzel führen. Dabei können Temperaturen von über 80 °C erreicht werden. Unter Umständen ist eine weitere Temperaturerhöhung auf über 100 °C möglich. Diese kann zu einer **Selbstentzündung** führen. Ob und wie schnell es zu einer Temperaturerhöhung kommt hängt von Wassergehalt, Materialstruktur, Materialdichte, eingelagerter Menge, Ort und Art der Einlagerung, Biomasseart, Verunreinigungen, Umgebungstemperatur und vom Anfangsbefall mit Bakterien oder Pilzen ab.

Neben der Wärmeentwicklung kann es infolge von Pilzwachstum und bakterieller Aktivität zu einem **Substanzabbau** der brennbaren organischen Substanz kommen. Zur Minimierung solcher Verluste muss die biologische Aktivität möglichst unterbunden werden. Dazu bieten sich die folgenden Maßnahmen an:

- Einlagerung möglichst trockener Hackschnitzel
- Vermeidung von Nadeln und Blättern als leicht mikrobiell angreifbares Material
- Minimierung der Lagerdauer,
- Schutz vor Befeuchtung (Niederschlagsschutz)
- Gute Belüftung (Wärme- und Feuchteabfuhr),



- Optimale Schütthöhe
- Vermeidung der Entwicklung von zu vielen Feinsubstanzen
- Aktive Trocknung oder Belüftungskühlung.

Das Vermeiden von **Pilzwachstum** ist auch wegen der Gesundheitsgefährdung durch freigesetzte Pilzsporen von großer Bedeutung. Zu den Wichtigsten Einflussfaktoren für das Pilzwachstum zählen Temperatur und Wassergehalt der Hackschnitzel. Risiken für die menschliche Gesundheit gehen vor allem von den Pilzsporen aus. Sie können sich bei der Lagerung bilden und können dann bei Um- bzw. Auslagerungsvorgängen in die Atemluft gelangen. Folgen sind verschiedene Arten von Gesundheitsschäden wir z.B. Allergien. Zur Vermeidung von Erkrankungen können folgende Maßnahmen genannt werden:

- Holz sollte möglichst in ungehackter Form vorlagern (z.B. 6 Monate im Wald) bzw. vortrocknen.
- Die Schnitzel sollten nicht zu lange gelagert werden.
- Grünanteile (Nadeln oder Laub) sollten minimiert und nicht eingelagert werden.
- Der Anteil der Feinfraktion (Staub) soll niedrig sein.
- Das Hackschnitzellager sollte möglichst entfernt von Arbeits- und Wohnplätzen angelegt sein.
- Das Lager sollte nicht entgegen der Haupt-Windrichtung liegen.
- Hackschnitzel sollten in der Reihenfolge der Einlagerung verbrannt werden (alte Hackschnitzel vor neuen).
- Heizräume und Lager sollten möglichst sauber gehalten werden.
- Bei Außenlagerung sollten die Haufen in Form von Spitzkegeln ausgebildet werden, damit die Durchfeuchtung bei Regen möglichst gering bleibt.
- Bei Innenlagerung ist die Dammform vorzuziehen.
- Die Lagerräume sollen hoch und zugig sein, damit Kondensation über den Haufen verhindert wird.
- Bei Innenlagerung soll ein Abluftsystem vorhanden sein.
- Kleider, Nahrungs- oder Genussmittel dürfen nicht in Hackschnitzellagern aufbewahrt werden.

Aufgrund ihrer Herstellungsweise sind Hackschnitzel nur in größeren Mengen und als Schüttgut erhältlich. Dies hat wiederum Einfluss auf die Größe der Lagerfläche. Die benötigten Lagerflächen sind nur in Ausnahmefällen im Einfamilienhausbereich gegeben. Gut eignet sich dagegen die Verwendung von Hackschnitzeln in Mehrfamilienhäusern, Bauernhöfen und zur Beheizung von Mikronetzen.

Die Ausgestaltung des **direkten Hackschnitzellagers** an der Feuerungsanlage kann, wie die Beispiele in Abbildung 41 darstellen, sehr unterschiedlich sein. Die Lagerbeschickung erfolgt dabei durch entsprechende Ladefahrzeuge wie z.B. Tracktoren. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass die Hackschnitzelbereitung erst am Lagerraum erfolgt, so dass ein direkter Eintrag über den Wurfförderer des Hackers erfolgen kann.

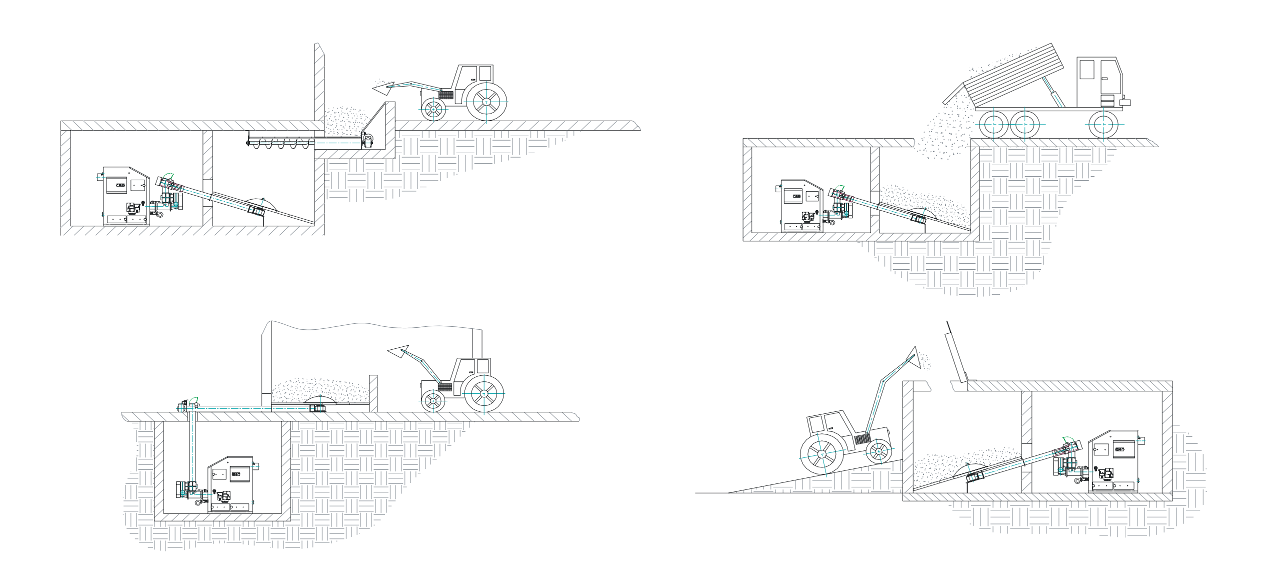


Abbildung 41: Befüllvarianten von Hackschnitzellagern (Quelle: HDG-BAVARIA)

An die zur Verfügung stehenden Lagerräume für Hackschnitzel muss das jeweilige **Entnahmesystem** angepasst werden. Dabei haben sich folgende Techniken bewährt (Abbildung 42): Drehschneckenaustrag, Schneckenaustrag mit Blattfederrührwerk, Unterbau-Schubbodenaustrag, Konusschneckenaustrag, Schubbodenaustrag und Wanderschneckenaustrag.

Bei **Blattfederrührwerken** entspannt sich die Feder am Siloboden und breitet sich während der Rührarbeit radial aus (Abbildung 38, Abbildung 43). Dadurch können weiter außen liegende Brennstoffschichten gelockert und ausgetragen werden, bis die Schüttung von oben nachrutscht. Um Förderunterbrechungen durch Brückenbildung zu vermeiden, wird dabei ein möglichst großer Entnahmequerschnitt angestrebt. Unterhalb der Rotationsebene der Blattfedern verläuft die Entnahmeschnecke, die sich in einem nach oben offenen Bodenschacht befindet. Je nach Wartungsansprüchen verläuft die Austragsebene entweder waagerecht oder als schiefe Ebene.

Auch **Drehschnecken** lockern die Hackschnitzel und transportieren diese radial zum zentralen Entnahmepunkt.

Konusschnecken arbeiten dagegen in geneigter Stellung und erfüllen eher eine Rührwerksfunktion für den nachrutschenden meist trockenen Hackschnitzelbrennstoff. Der Wirkdurchmesser kann bei 2 bis 5 m liegen. Bei rechteckigen Siloquerschnitten entstehen bei diesen Austragssystemen Räume in den Ecken, die nie vollständig automatisch entleert werden können.



Im Unterschied zu den genannten Techniken decken **Schubbodenausträge** den gesamten (rechteckigen) Lagerbodenbereich ab. Sie bestehen aus mehreren Schubstangen mit Mitnehmern, die von Hydraulikzylindern horizontal vor- und zurückbewegt werden. Durch die keilförmige Form der Mitnehmer wird der Brennstoff zu einer Rinne geschoben, in der sich z.B. ein Schnecken- oder Kettenförderer befindet. Diese befördern den Brennstoff dann zur Feuerung. Schubböden zeichnen sich durch die hohe Betriebssicherheit aus und werden deshalb auch häufig in größeren Feuerungsanlagen verwendet. Sie sind außerdem Unabhängigkeit von Form und Größe des Brennstoffs.

Auch **Wanderschnecken** kommen bei großflächigen rechteckigen Siloanlagen zum Einsatz. Eine Wanderschnecke fördert das Material zum vorderen Schneckenkasten, in dem die elektrisch angetriebene Querschnecke in einem Schneckentrog gelagert ist. Diese übernimmt den Transport zur Austragsöffnung.

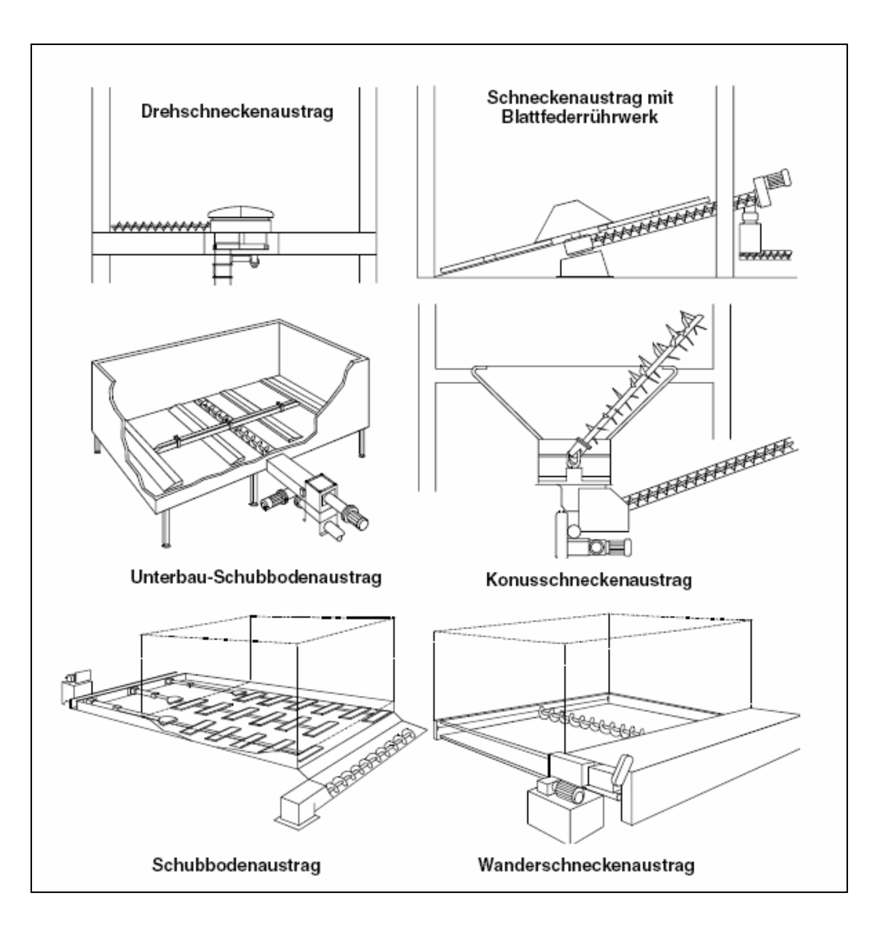


Abbildung 42: Schematische Darstellung unterschiedlicher Systeme zur Hackschnitzellageraustragung (Quelle: HARTMANN 2001b)



Abbildung 43: Schneckenaustrag mit Blattfederrührwerk (Quelle: HDG-BAVARIA)

6.2.3 Pelletlagerung

Pellets sind als **Sackware**, aber auch als **lose Ware** am Markt erhältlich. Aufgrund des höheren Preises und des begrenzten Inhalts von Sackware kommt diese hauptsächlich für Kleinere Anlagen und vor allem für Pellet-Einzelöfen in Frage.

Komfortabler und in größerem Umfang lieferbar sind Pellets als lose Ware. Dabei werden sie mittels Silowagen angeliefert und in das Pelletslager eingeblasen. Um die Beanspruchung der Pellets durch mechanische Belastung bei der Befüllung gering zu halten, muss das Silofahrzeug möglichst weit an die Befüllstutzen heranfahren können. Deshalb sollte bei der Befüllung des Lagers eine Schlauchlänge von 30 Metern nicht überschritten werden.

Außerdem muss der Zufahrtsweg für Silofahrzeuge geeignet sein, was bei der Planung genau berücksichtigt werden muss. In der Regel sind eine Straßenbreite von mindestens 3 Metern und eine Durchfahrtshöhe von mindestens 4 Metern erforderlich. Wenn möglich, sollte der Lagerraum an eine Außenmauer angrenzen, da die Einblas- und Absaugstutzen bevorzugt ins Freie geführt werden sollten. In jedem Fall muss für das Anschließen der Befüllschläuche ein ausreichender Rangierabstand vorgesehen werden.



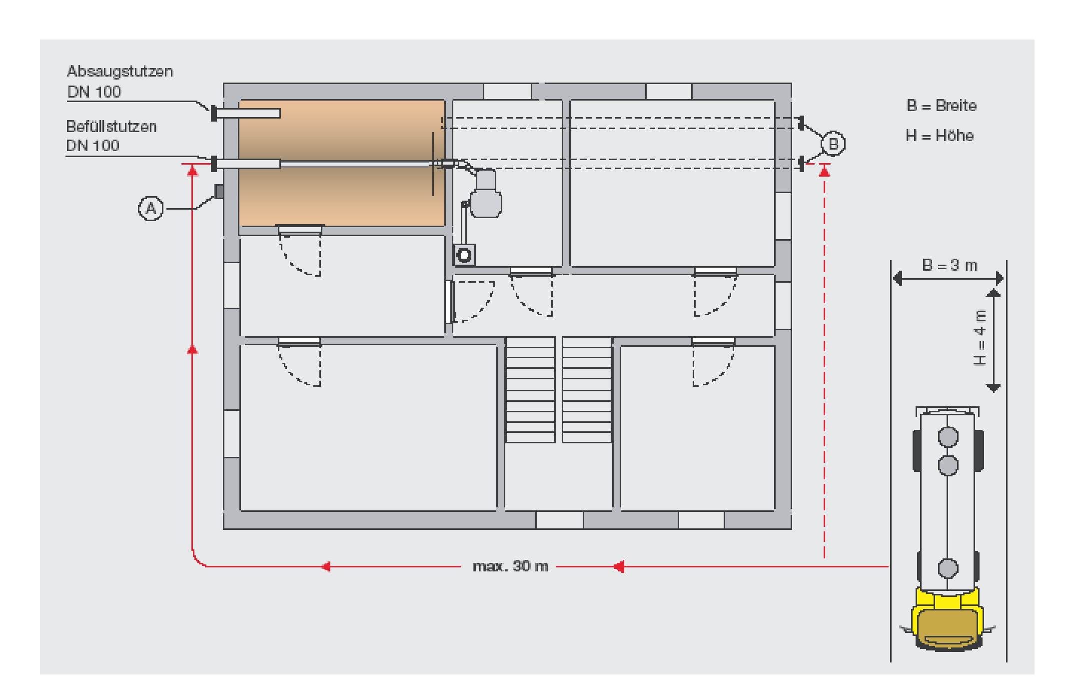


Abbildung 44: Voraussetzungen zur Befüllung von Pelletlagerräumen; (A: Sonderausstattung: Stromanschluss 230 Volt für das Absauggebläse des Pelletslieferanten und/oder Abschaltmöglichkeit für den Pelletskessel. (B: evtl. kann eine Verlegung der Befülleitung im Gebäude die notwendige Schlauchlänge zur Befüllung des Pelletslagers erheblich reduzieren. (Quelle: DEPV 2005)

Da Pellets hykroskopisch sind dürfen diese nicht in Berührung mit Wasser kommen. Bei Berührung mit Wasser oder feuchten Wänden und Untergründen quellen sie auf, zerfallen und sind damit unbrauchbar. Feuchte Pellets können darüber hinaus die Fördertechnik blockieren. Um eine Beschädigung der Pellets zu vermeiden sollten folgende Grundregeln beachtet werden:

- Das Pelletlager muss ganzjährig trocken bleiben.
- Im Neubau auf ein bereits ausgetrocknetes Lager achten.
- Erdtanks müssen dicht sein.
- Normale Luftfeuchtigkeit, wie sie ganzjährig witterungsbedingt im normalen Wohnungsbau auftritt, schadet den Pellets nicht.
- Bei Gefahr von feuchten Wänden (auch zeitweise) industrielle Lagerbehälter einsetzten.

Zur Lagerung der Pellets als lose Ware können verschiedene Techniken angewandt werden:

- Sacksilo
- Erdtank
- Lagerraum

Auf diese drei Möglichkeiten der Pelletlagerung soll im Folgenden näher eingegangen werden. Zu den so genannten **industriellen Lagerbehältern** gehören Behälter, die speziell für die Lagerung von Holzpellets hergestellt werden (Abbildung 45).

Gängige Behälter sind z.B. **Silos** aus Gewebe oder Metall, die im Keller oder gegen Umwelteinflüsse geschützt auch außerhalb des Hauses aufgestellt werden.

Außerdem sind **Erdtanks** erhältlich. Die unterirdische Lagerung außerhalb des Gebäudes bietet sich an, wenn kein Lagerraum innerhalb des Gebäudes zur Verfügung steht, oder dieser anderweitig genutzt werden soll.

Um einen störungsfreien Betrieb der Pelletsheizung zu gewährleisten, ist es von größter Wichtigkeit, dass das Pelletslager bzw. das Austragssystem auf den Kesseltyp (Hersteller) abgestimmt ist bzw. mit diesem Kompatibel ist. Pelletskessel, Austragsystem und Lagerbehälter müssen immer ein abgestimmtes System darstellen.



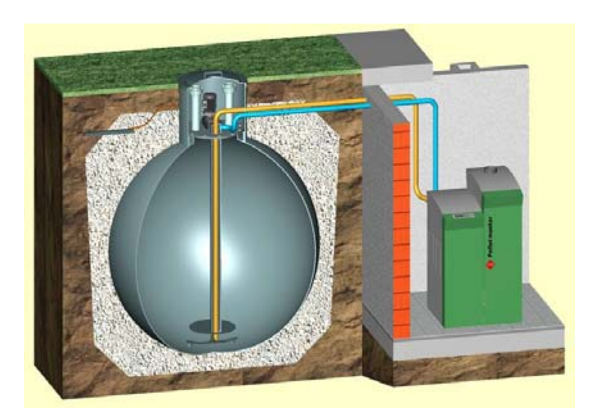


Abbildung 45: Beispiele für industrielle Lagerbehälter (Sacksilo und Erdtank) (Quelle: HDG-BAVARIA)

Eine sehr gängige Methode Pellets zu lagern ist die mittels eines **Lagerraums**, der extra zu diesem Zweck hergerichtet wurde. In der Praxis hat sich ein rechteckiger Grundriss des Lagerraums bewährt, wobei die Einblas- und Absaugstutzen vorzugsweise an der schmalen Seite angeordnet werden sollten. Eine gute Zugänglichkeit der Einblas- und Absaugstutzen sollte gewährleistet sein. Die Größe des benötigten Lagerraums hängt vom Wärmebedarf des Gebäudes ab. Er sollte größtmöglich ausgeführt werden, jedoch maximal die notwendige Jahresbrennstoffmenge aufnehmen können.

Folgende Faustregeln sind zur **Dimensionierung des Lagerraums** hilfreich:



- 1kW Heizlast benötigt etwa 0,9 - 1 m³ Raum (incl. Leerraum)
- Der nutzbare Lagerraum beträgt 2/3 des Raums (incl. Leerraum)
- Geringes Todvolumen bei schmalem Lagerraum in Schneckenrichtung (Breite < 2,5 m)
- 1m³ Pellets wiegt 650 kg
- Energieinhalt pro Kilogramm sind 5 kWh
- Fassungsvermögen sollte ca. der 1, 5 fache Jahresverbrauch sein

Weitere **Anforderungen an den Lagerraum** sind:

- Der Lagerraum ist direkt neben dem Heizraum vorzusehen, um lange Förderwege zu vermeiden.
- Der Lagerraum sollte an einer Außenwand liegen.
- Eine mit 16 Ampere abgesicherte 230 Volt Feuchtraumsteckdose muss für den Silo-LKW zugänglich sein, um das Sauggebläse zur Staubrücksaugung anzuschließen.
- Der Lagerraum muss trocken und staubdicht sein.
- Die Wände sollten massiv gemauert sein (Wandstärke beachten!) und dem Druck der Holzpelletmasse standhalten. Gipsplatten, Gasbeton oder schwache Holzplatten sind nicht geeignet.
- Decken und Wände sind so zu gestalten, dass es nicht durch Abrieb oder Ablösungen zu einer Verunreinigung der Pellets kommt.
- Es muss ein Schrägboden eingebaut werden, damit der Pelletlagerraum vollständig entleert werden kann.
- Die Oberfläche des Schrägbodens muss aus glattem Material bestehen.
- Die Schräge muss mindestens 45° Neigung betragen.
- Für den Lagerraum gelten gegebenenfalls (mengen- und regionsabhängig) die bautechnischen Brandschutzanforderungen wie für den Heizraum.
- Elektroinstallationen im Lagerraum sind nicht zulässig!
- Bestehende und nicht mit vertretbarem Aufwand zu entfernende Rohrleitungen, Abflussrohre etc., die die Flugbahn der Pellets beim Befüllen kreuzen könnten sind strömungs- und bruchsicher zu verkleiden (z. B. Ableitbleche). Die Pellets dürfen durch diese Verkleidungen nicht zerstört werden.

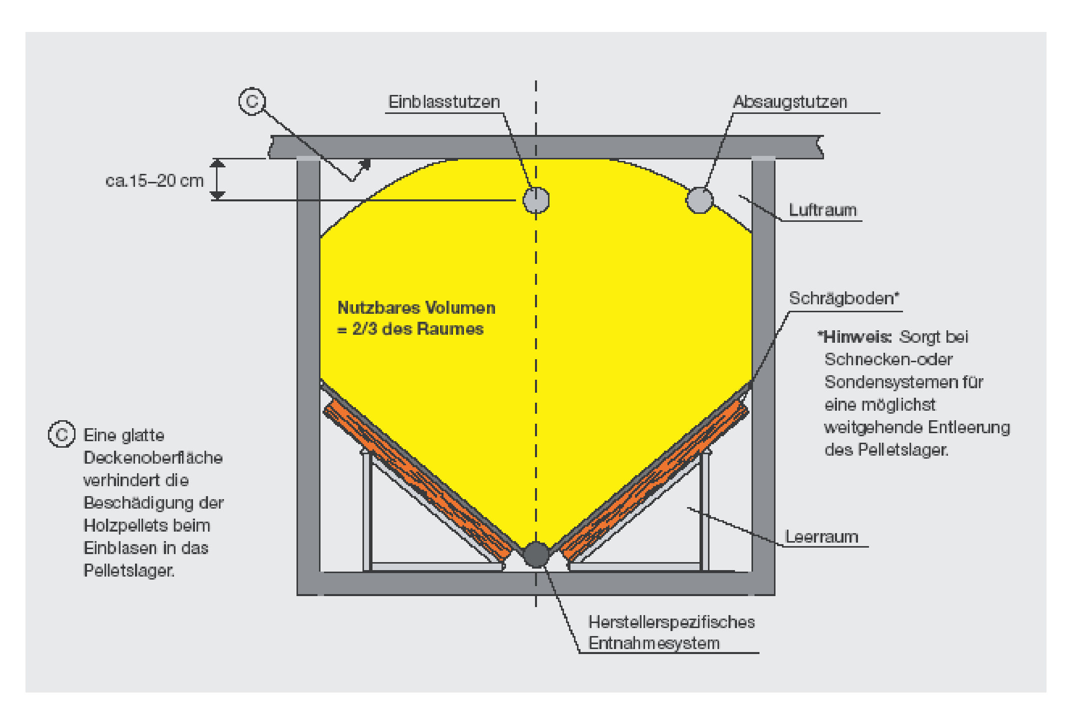


Abbildung 46: Schnitt durch einen Pelletlagerraum (Quelle: DEPV 2005)

Wie schon erwähnt wurde, sollte der Lagerraum mit Hilfe eines Schrägbodens so gestaltet sein, dass er sich über das verwendete Austragsystem nahezu vollständig entleeren kann. Der **Schrägboden** muss folgendermaßen gestaltet sein:

- Der Winkel des Schrägbodens sollte ca. 45° betragen, damit die Pellets zur besseren Raumentleerung selbstständig nachrutschen.
- Der Schrägboden ist vorzugsweise aus Holzwerkstoffen mit einer möglichst glatten Oberfläche auszuführen. Spanplatten oder beschichtete Spanplatten haben sich in der Praxis bewährt. OSB-Platten nur in geschliffener Ausführung verwenden.
- Damit die Pellets hindernisfrei in das Austragsystem
- gelangen können, sind Kanten und Stege zu vermeiden.
- Der Schrägboden sollte zum Anschluss an die Umschließungswände so dicht ausgeführt werden, dass keine Pellets in den Leerraum rieseln können.
- Der Schrägboden muss den statischen Anforderungen der Gewichtsbelastung durch die Pellets (Schüttgewicht ~ 650 kg/m^3) genügen. Auf einen stabilen Unterbau ist unbedingt zu achten. Neben stabilen Kanthölzern bieten sich passende Winkelträger an, die den Aufbau des Schrägbodens wesentlich erleichtern. Die Winkelträger oder Stützen sollten in einem maximalen Abstand von ca. 60–70 cm angebracht werden.
- Der Anschluss des Schrägbodens an das Austragsystem ist gemäß der Vorgaben der Firma auszuführen, welche das Austragsystem herstellt oder liefert.



- Der Aufbau des Schrägbodens, des Austragsystems, sowie Wanddurchführungen aus dem Lager hinaus, sind so auszuführen, dass die Übertragung von Körperschall auf das Bauwerk verhindert wird.

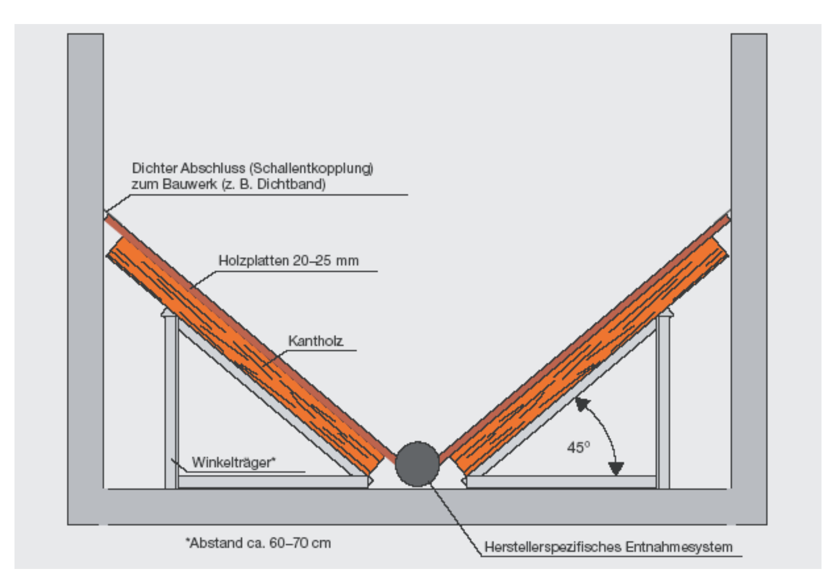


Abbildung 47: Gestaltung des Schrägbodens (Quelle: DEPV 2005)

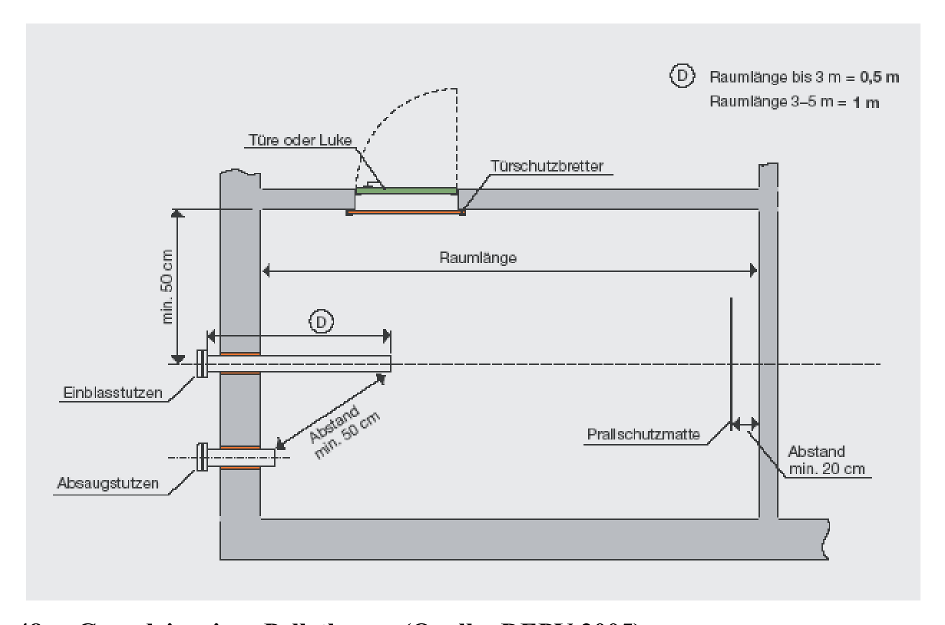


Abbildung 48: Grundriss eines Pelletlagers (Quelle: DEPV 2005)

Das Befüllen des Pelletlagerraums durch ein Silofahrzeug erfolgt durch einen Befüllschlauch, der die Pellets zum Lagerraum befördert, sowie durch einen Absaugschlauch, der den durch das Befüllen entstandenen Staub absaugt. Die Verbindungsstelle zwischen diesen Schläuchen und dem Lagerraum erfolgt durch den Befüll- und den Abluftstutzen. Um



ein reibungsloses Befüllen des Lagers zu gewährleisten werden folgende Anforderungen an die **Befüll- und Abluftstutzen** gestellt:

- Die Befüllkupplungen können in der Mauer oder in einem Lichtschacht (Mindesttiefe 0,5 m) vorgesehen werden.
- Beide Stutzen sind vorschriftsmäßig zu erden (Ladungsausgleich).
- Auf der Schmalseite werden die Befüll- und Abluftstutzen knapp unterhalb der Decke eingebaut.
- Der Befüllstutzen sollte sich in der Mitte des Lagerraums befinden, um eine gleichmäßige Befüllung zu gewährleisten.
- Die Mauerdurchführungen für den Befüll- und Abluftstutzen müssen wasserdicht sein.
- Die Befüllstutzen sollen so angeordnet werden, dass sie mit einem max. 30 m langen Schlauch von der Hauszufahrt erreichbar ist.
- Rohre und Bögen müssen auf der Innenseite durchgängig glattwandig sein, damit die Pellets beim Einblasen nicht zerstört werden. Es dürfen keine Nieten, Schrauben etc. in die Rohre hineinragen.
- Befülleitungen sollten möglichst kurz (nicht länger als 10 m) sein und möglichst wenige Richtungsänderungen aufweisen. Bei Richtungsänderungen > 45° dürfen nur Bögen mit einem Radius > 200 mm verwendet werden.
- Das Befüllsystem darf nicht mit einem Bogen enden, sondern es muss nach einem Bogen ein gerades Rohrstück von min. 50 cm als Beruhigungsstrecke folgen.
- Die Kupplung und der Rohrleitungsquerschnitt des Absaugstutzens muss gleich dem des Einblasstutzens ausgeführt werden.
- Nach dem Befüllvorgang müssen die Kupplungen mit einem entsprechenden Blinddeckel dicht verschlossen werden.
- Als Anschlusskupplungen für das Lieferfahrzeug haben sich Kupplungen „Storz Typ-A" etabliert.
- Die Stutzen sind in einem Abstand von ca. 15–20 cm (gemessen zwischen Decke und Oberkante Befülleitung) unter der Lagerraumdecke anzubringen. Nach max. 50 cm muss eine Rohrschelle zur Befestigung der Einblaseleitung folgen.
- Die Befüllstutzen müssen beim Einbau in einem Lichtschacht zum Anschluss der Befüllkupplungen in gerader Verlängerung aus dem Lichtschacht reichen.



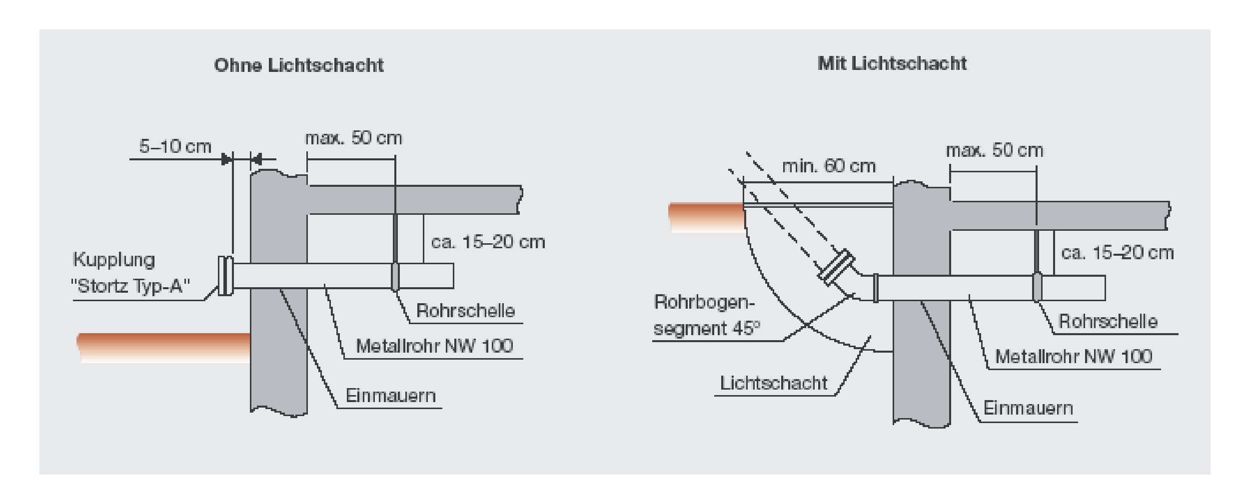


Abbildung 49: Einbau der Befüllstutzen mit oder ohne Lichtschacht (Quelle: DEPV 2005)

Um Wartungen und Kontrollen im Lagerraum durchführen zu können, ist eine Zugangstüre zum Lagerraum notwendig. An die **Zugangstüre zum Pelletlagerraum** werden folgende Anforderungen gestellt:

- Die Lagerraumtüre muss nach außen zu öffnen sein und mit einer Dichtung versehen werden.
- Die Zugangstüre sollte, wenn möglich, auf der Befüllseite installiert werden.
- Die Innenseite der Türe soll mit Holzbrettern beplankt werden (mit Nut und Feder), um das Öffnen auch bei gefülltem Lagerraum zu ermöglichen.

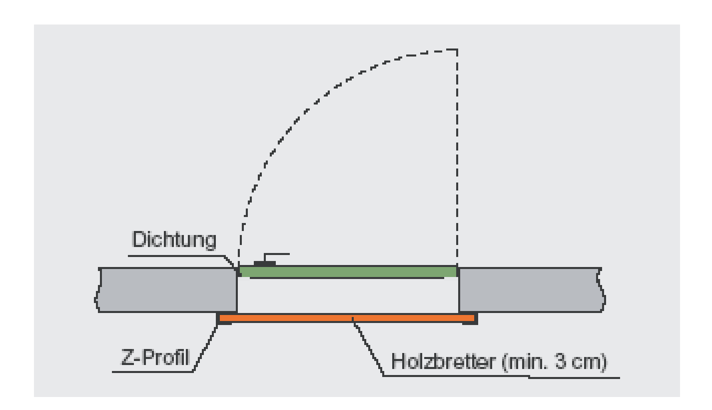


Abbildung 50: Aufsicht auf die Zugangstüre (Quelle: DEPV 2005)

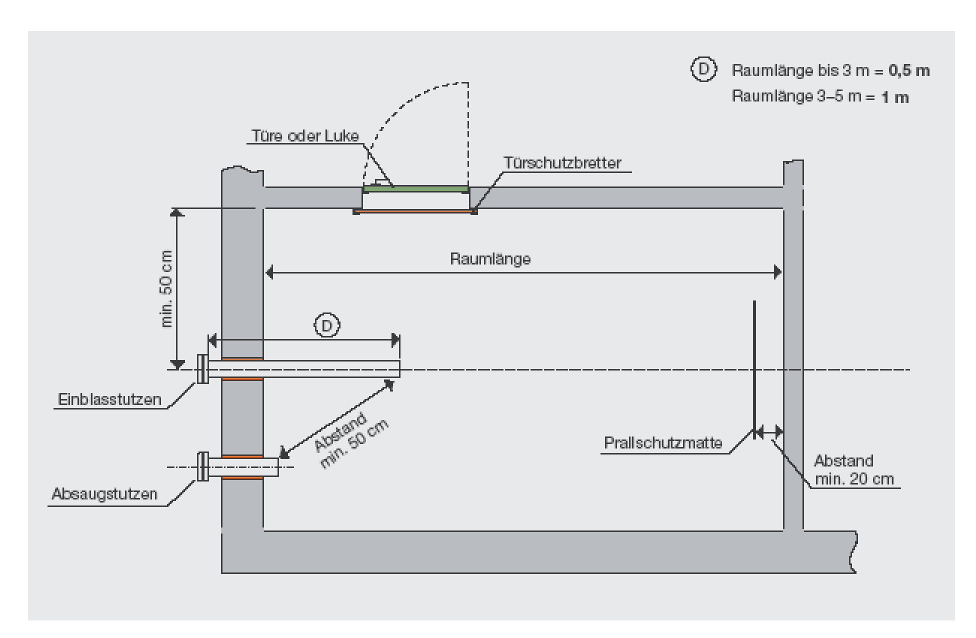


Abbildung 51: Grundriss Pelletlager und Montageort der Prallschutzmatte (Quelle: DEPV 2005)

Außerdem ist die Anbringung eines abrieb- und reißfesten **Prallschutzes** unbedingt erforderlich. Die Prallschutzmatte hat die Aufgabe die Pellets vor Zerstörung beim Aufprall auf die Umschließungswände zu schützen. Des Weiteren wird die Wand selbst vor der Beschädigung geschützt.

- Anbringung im rechten Winkel zur Einblaserichtung an der dem Einblasestutzen gegenüberliegenden Wand
- Je nach Geometrie des Lagerraumes ist bei der Erstbefüllung zu prüfen, ob die Prallschutzmatte ihren angedachten Zweck erfüllt.
- Pelletsstrahl muss Prallschutzmatte treffen
- Geeigneter Prallschutz z. B. HDPE-Folie mit einer Dicke von 1 mm oder abriebfeste Gummiwerkstoffe mit einer Dicke von 1–3 mm. Abmessungen ca. 1,5 m x 1,5 m.

6.3. Abgasführung

Der Schornstein ist ein wichtiger Bestandteil jeder Feuerungsanlage. Da Schornsteine vom Keller bis über den Dachfirst hinausreichen, sind Änderungen an der Schornsteinanlage nachträglich nur mit großem Aufwand zu realisieren. Deshalb sollten Schornsteine sorgfältig geplant und errichtet werden. Feuerstätte, Verbindungsstück und Schornstein müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass die Funktion der Feuerungsanlage sicher, zuverlässig und dauerhaft gewährleistet ist.



Die Aufgabe des Schornsteins ist die Abführung von Verbrennungsgasen und Schadstoffen ins Freie. Die Funktion des Schornsteins basiert auf dem **Kamineffekt**. Er erzeugt einen Auftrieb durch die im Vergleich zur umgebenden Luft leichteren Gassäule. Die geometrischen Parameter Höhe und lichte Weite des Schornsteins müssen deshalb auf die zu fördernde Gasmenge und ihre Temperatur abgestimmt sein.

Neben den Anforderungen an die statische Sicherheit, die Brandsicherheit und die strömungstechnische Bemessung, müssen heute auch zahlreiche bauphysikalische Gesetzmäßigkeiten beachtet werden, die sich vor allem auf die Wärme- und Feuchtebeanspruchung der Baustoffe beziehen.

Für die Abgasentsorgung stehen variantenreiche Techniken zur Verfügung. Die Schornsteine sind nach **DIN 18160** in drei Baugruppen eingeteilt:

- Gruppe I: Dreischalige Isolierschornsteine
- Gruppe II: Zweischalige Isolierschornsteine
- Gruppe III: Einschalige Schornsteine

Die stark isolierten Schornsteine der **Gruppe I** sind für Festbrennstofffeuerungen aber auch für Öl- und Gasfeuerungen geeignet. Deshalb wurde der dreischalig gedämmte Schornstein inzwischen zum Standard. Seine Wärmedämmung hält die Abgastemperatur oberhalb der Taupunkttemperatur. Sein keramisches Innenrohr ist hochbeständig gegen anfallendes Kondensat.

Im Gegensatz dazu fehlt den Schornsteinen der **Gruppe II** der säurefeste Innenmantel, so dass diese empfindlich gegenüber Feuchte sind.

Die einschaligen Schornsteine der **Gruppe III** sind nur noch in Altbauten anzutreffen. Es handelt sich dabei um einschalige, meist gemauerte Schornsteine mit weiten Strömungsquerschnitten. Bei Anschluss moderner Biomasse-Kessel besteht durch Auskondensierung von Wasser und Säure die Gefahr der Schornsteindurchfeuchtung oder Versottung. Eine einfache Sanierungsmaßnahme ist in diesem Fall der Einzug eines Abgas-Rohrsystems aus Edelstahl oder Aluminium wodurch eine Neueinordnung zur Baugruppe I möglich wird.

An den Schornstein werden zusätzlich hohe Anforderungen gestellt:

- Standsicherheit gegenüber Windbelastungen
- Lastabtragung des Eigengewichtes
- Brandsicherheit gegenüber hohen Abgastemperaturen und Rußbrand
- Verhinderung des Brandübertrittes von einer Etage zur nächste

Außerdem sind bei der Aufstellung des Schornsteines sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Mindesthöhe und Maximalhöhe über dem First
- Abstand zu Dachaufbauten und Öffnungen
- Abstand zu Bauteilen aus brennbaren Materialien
- Abstand und Rauchrohrdurchführungen zu brennbaren Materialien
- Ausbildung des Schornsteinkopfes

Für den Installateur ist vor allem die Verbindung der Feuerstätte mit dem Schornstein wichtig. Sie erfolgt nach Möglichkeit über ein aufwärts gerichtetes Rohr aus Stahlblech, Aluminium oder Edelstahl. Die Dichtheit wird durch ein Mauerfutter hergestellt. An jeder Umlenkstelle des Verbindungsrohres sowie am Fuß des Schornsteins müssen Reinigungsöffnungen angebracht sein.

In das Schornsteininnere **vorstehende Rohre** müssen vermieden werden, da diese zu Ruß- und Flugascheablagerungen führen. Durch die Querschnittsverengung werden nämlich Unterdruckstörungen ausgelöst. Außerdem versperren sie dem Kehrgerät des Kaminkehrers den Weg. Ähnlich problematisch sind gegenüberliegende Rauchrohreinmündungen bei mehreren Anschlüssen an einen Kamin.

Wie bei Öl- und Gasfeuerungen ist auch bei Festbrennstofffeuerungen der Einbau einer **Nebenluftregelung** sinnvoll (HARTMANN & ROSSMANN 2003). Über ein einstellbares Gegengewicht kann der Kaminzug mit Hilfe eines Kaminunterdruckreglers (Pendelzugregler) verändert werden. Kamine werden oft auch mit Abgasklappenausgestattet, damit Stillstandsverlusten im Wärmeerzeuger vermieden werden.

Um ein reibungsloses und schadstoffarmes Funktionieren des Kessels zu gewährleisten, muss der Schornstein auf das betreffende Heizsystem angepasst werden. Auch bei einer Sanierung der Heizanlage oder bei einer Zuschaltung weiterer Kessel ist dies notwendig.

Für Holzfeuerungen in Einfamilienhäusern ist in der Regel ein größerer Innendurchmesser des **Schornsteinrohrquerschnitts** erforderlich als von Heizöl- oder Erdgasfeuerungen da auf Grund unterschiedlicher Elementarzusammensetzung und erhöhter Wassergehalte größere Abgasmengen anfallen. Die folgenden Angaben stellen Richtwerte zum Schornsteinrohrquerschnitt dar. Sie ersetzen weder Herstellerangaben noch das Hinzuziehen von Kaminkehrern:

Scheitholzfeuerung	16 - 22 cm
Hackgutfeuerung bis 15 kW	15 - 16
Pelletfeuerung bis 15 kW	> 14 cm
Pelletfeuerung > 15 kW	> 16 cm



Da Mindestanforderungen an die Abgasgeschwindigkeit bzw. an den statischen Unterdruck im Kamin erfüllt sein müssen, ist der Kaminquerschnitts auf die betreffenden Gegebenheiten anzupassen. Eine zu geringe Abgasgeschwindigkeit von z. B. unter von 0,5 m/s kann einen Kaltlufteinfall mit Kondensatbildung im Mündungsbereich verursachen. Querschnitte die zu groß sind können zu kritisch niedrigen Abgasgeschwindigkeiten führen. Wichtige Parameter, die den Schornsteinrohrquerschnitt beeinflussen sind:

- Wärmedurchlasswiderstand
- Rohrrauhigkeit
- Zugbedarf des Kessels
- Abgastemperatur am Kesselaustritt
- Länge des Verbindungsstücks
- Umlenkungen
- Kaminhöhe
- Anströmsituation

Neben dem Schornsteinquerschnitt wird der Kaminzug auch von Wetterverhältnissen beeinflusst. Obwohl das Wetter sehr variabel ist, können bauliche Maßnahmen ergriffen werden, die zu einem verbesserten Kaminzug führen. So fördert z.B. der über einen frei stehenden Schornstein hinweg strömende **Wind** den Schornsteinunterdruck, indem er die Abgase mit sich fortreißt. Dies kann jedoch nur erfolgen, wenn der Schornstein nicht von höheren Hausgiebeln, Dachflächen oder höheren Baumgruppen überragt wird. Diese können den lokalen Wind nämlich so beeinflussen, dass Luft in die Schornsteinmündung einströmt. Dies kann Funktionsstörungen der Feuerungsanlage (vor allem im Naturzugbetrieb) und Geruchsbelästigungen verursachen. Auch die Positionierung des Kamins kann Einfluss auf den Kaminzug haben. Bei einem Steildach wird der angreifende Wind (Luv-Seite) auf der schrägen Dachfläche aufwärts abgelenkt. Das wirkt sich auf die Abgasausbreitung günstig aus. Hinter dem First auf der Lee-Seite kann die Windwirkung jedoch in einen Fallwind umschlagen und den Abgasaustritt behindern. Deshalb ist eine ausreichende Höhe der Schornsteinmündung über Gebäudeteilen oder benachbarten Gebäuden erforderlich.

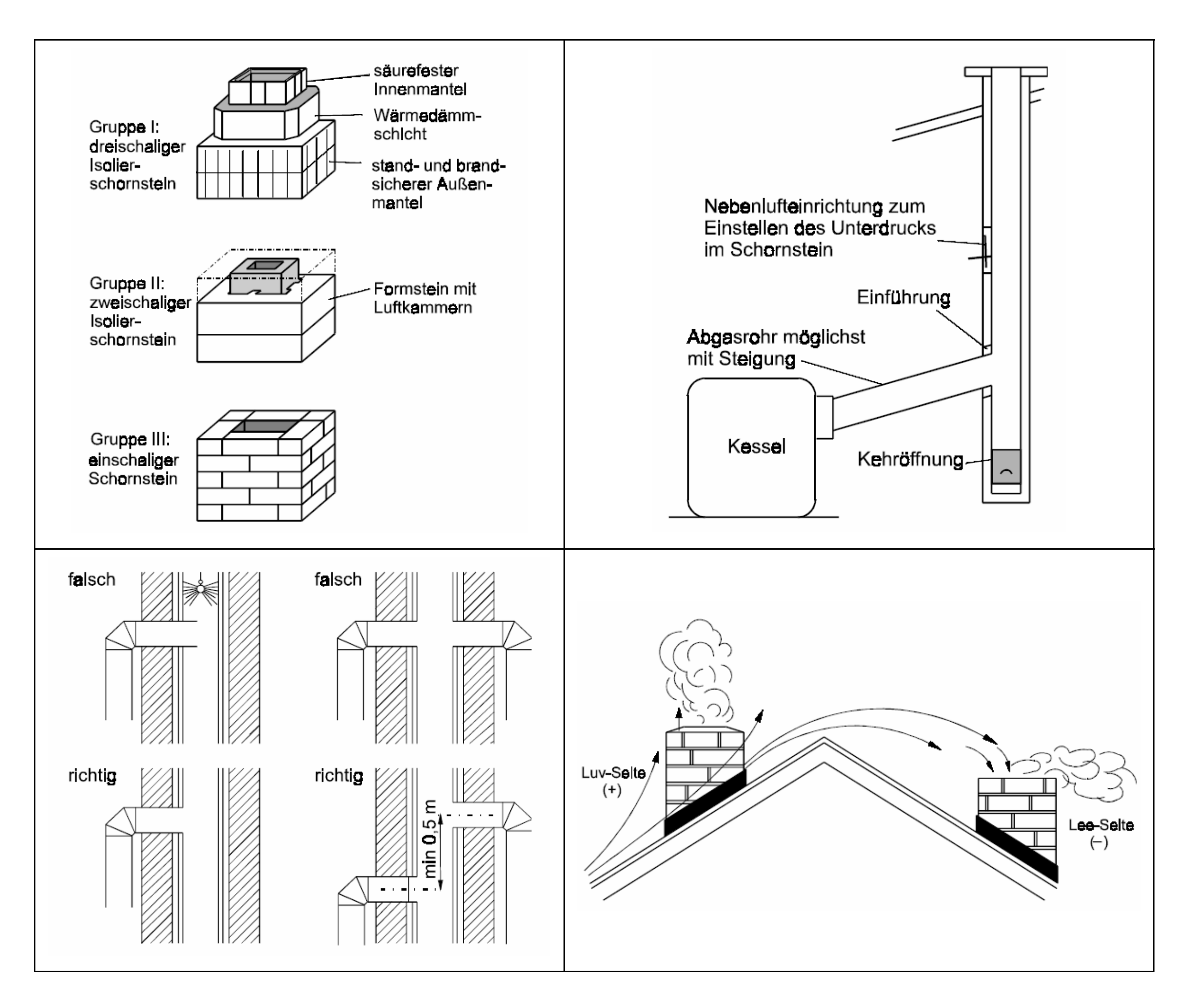


Abbildung 52: Anforderungen an den Schornstein (Quelle: HARTMANN & ROSSMANN 2003)

7. Hydraulik und solarthermische Integration

(Autor: Harald Letsch)

7.1. Solarthermische Integration

Biomasseheizsysteme sind mit solarthermischen Anlagen sehr gut kombinierbar. Bei der Planung kombinierter Anlagen müssen einige solartechnische Grundvoraussetzungen berücksichtigt werden.

Man benötigt eine ungestört besonnte Dachfläche im Bereich von Südost bis Südwest. Heizungsunterstützende Anlagen benötigen mindestens eine Dachneigung von 40°. Anlagen die Ausschließlich der Trinkwasserbereitung dienen, können bereits ab einem Neigungswinkel von 20° gute Wirkungsgrade erbringen. Bei ungeeigneten Dachflächen bietet sich alternativ eine freie Aufstellung am Boden oder auf einem Flachdach an. Die Integration in eine Südfassade ist ebenfalls realisierbar. Oftmals ist eine Kollektormontage auch auf Nebengebäuden möglich. Die Warmwasserversorgung erfolgt getrennt vom Kessel in einem Speicher, der neben der Solaranlage auch durch Biomasse mit Wärmeenergie versorgt werden kann.

Folgende Faustwerte können für eine überschlägige Anlagendimensionierung verwendet werden: Zur Warmwasserbereitung können pro Person ca. 1,5 m^2 Kollektorfläche und 75 – 100 Liter Speichervolumen veranschlagt werden. Für einen 4 – Personen Haushalt ergibt sich daraus eine Kollektorfläche von 6 – 8 m^2 und ein Speichervolumen von 300 – 500 Litern.

Bei Anlagen zur Heizungsunterstützung wird ein größeres Speichervolumen und eine größere Kollektorfläche benötigt, um eine bestmögliche Ausnutzung der Sonnenenergie zu gewährleisen. Empfehlenswert sind neben reinen Heizungswasserpufferspeichern mit separaten Warmwasserbereitern auch Pufferspeicher mit integrierter Warmwasserblase oder mit Warmwasserbereitung im Durchlaufprinzip (Edelstahlwellrohr). Bei Einfamilienhäusern sollte die Kollektorfläche je nach angestrebter Solarer Heizungsunterstützung ca. 20 bis 30 m^2 betragen. Das Speichervolumen sollte dabei 100 Liter pro m^2 nicht unterschreiten. Als Faustwerte gelten hierbei 1 – 2 m^2 Kollektorfläche für 10 m^2 Wohnfläche.



7.2. Heizungssysteme

Generell sind für manuell beschickte Biomasseheizungen und für solarunterstützten Heizungsanlagen Flächenheizungen (Fußbodenheizungen, Wandheizung) von Vorteil. Flächenheizungen haben den Vorteil, dass sie eine geringere Vorlauftemperatur als Heizkörpersysteme benötigen um noch die entsprechende Leistung in den jeweiligen Räumen zu bringen. Eine Heizungsunterstützung ist daher auch noch mit niedrigen Pufferspeichertemperaturen möglich. Der Wärmespeicher kann so effizienter ausgenutzt werden als bei Heizsystemen die eine hohe Vorlauftemperatur benötigen.

Automatisch beschickte Biomasseheizungen stellen geringere Anforderungen an das Heizsystem. Sie arbeiten vollkommen automatisch und können dadurch besser auf die Wärmeanforderung des Heizsystems eingestellt werden. Um einen dauernden Betrieb im Teillastbereich zu verhindern sind Pufferspeicher nicht zwingend erforderlich aber empfehlenswert.

7.3. Pufferspeicher

Pufferspeicher sind voll isolierte Wärmespeicher, die die momentan überschüssige Energie zwischenspeichern und dann im Bedarfsfall an das Heizsystem abgeben. Dadurch können die ein- und ausschalt- Frequenz sowie der Betrieb im Teillastbereich herabgesetzt werden. Die Größe des Pufferspeichers richtet sich nach der Wärmequelle (Lastvariabel oder reine Volllastkessel), die wirksame Temperaturdifferenz im Speicher (Auslegung Heizsysteme), dem Füllrauminhalt und dem Komfortanspruch (Nachlegeintervall) bei handbeschickten Biomassekesseln. Der Gesamtwirkungsgrad einer Holzheizung lässt sich mit einem Pufferspeicher beträchtlich steigern.

Bei handbeschickten Biomassekesseln sollte der Pufferspeicher grundsätzlich mindestens einen kompletten Füllrauminhalt an Energie aufnehmen können. Es gibt zwei Möglichkeiten die Pufferspeichergröße zu bestimmen, über die Leistung des Kessels und über den Füllrauminhalt.

7.3.1 Bestimmung über die Leistung des Kessels.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA schreibt 50 Liter / kW Kesselleistung vor um eine Anlage Förderfähig zu machen. Dieser Wert kann als Faustwert für die Auslegung nach der Kesselleistung genommen werden wobei damit nicht gewährleistet ist, dass die gesamte Energie einer Füllung aufgenommen werden kann. Daher ist die Auslegung des Pufferspeichers über die Kesselleistung bei Stückholzkesseln eher ungünstig.



Beispiel:

Kesselleistung in kW	Volumen pro kW Kesselleistung	Pufferspeichervolumen in Liter
30 x	50 =	1500

7.3.2 Bestimmung über den Füllrauminhalt

Bei der Bestimmung des Pufferspeichervolumens über den Füllrauminhalt wird der Füllrauminhalt des Kessels (meistens angegeben in Litern) in den Energiegehalt einer Füllung umgerechnet.

Beispiel:

Füllraumvolumen in Liter	Umrechnungsfaktor Schichtmaß in Festmaß bei dichtem Einschichten	Rohdichte des Holzes kg/l	Heizwert in kWh/kg	Kesselwirkungsgrad in 80%	Nutzbarer Energiegehalt einer Brennstoff-Füllung in kWh
150 x	0,6 x	0,8 x	2,4 x	0,8 =	138

Um einen Teillastbetrieb des Kessels zu verhindern, sollte der Pufferspeicher mindestens die in dieser Rechnung resultierenden 138 kWh aufnehmen können.

Als Faustformel kann hierbei auch 10 l Pufferspeicherinhalt pro 1 l Füllrauminhalt gerechnet werden.

7.3.3 Beispiele von Speichertypen

Speichertyp	Speicher	Vorteile	Nachteile
Kombi-Hygiene-Speicher		- hygienische Trinkwassererwärmung - sehr gutes Einschichtverhalten im Pufferspeicher - kein Durchmischen des Pufferwassers - optimale Energieausbeute - Verhinderung von Legionellenbildung trotz hoher Warmwasserproduktion - geringer Platzbedarf - als Hydr. Weiche einsetzbar	- hohe Investitionskosten - Regelung der Brauchwassertemperatur nur über externen Brauchwassermischer
Kombispeicher		- wenig Durchmischung im Pufferspeicher - hygienische Trinkwassererwärmung - hohe Schüttleistung bei Trinkwasser - als hydr. Weiche einsetzbar - geringerer Platzbedarf als Pufferspeicher mit externer Brauchwasserbereitung	- Regelung der Brauchwassertemperatur nur durch externen Brauchwassermischer möglich
Pufferspeicher mit Solarwärmetauscher		- geringe Anschaffungskosten - geringeres Transportgewicht als Hygiene Schichtspeicher - als Hydr. Weiche einsetzbar	- kein genaues Einschichten des Pufferwassers - Durchmischung im Puffer - Brauchwasser muss extern bereitet werden - Anfahrentlastung erforderlich

Tabelle 15: Beispiele von drei Speichertypen (Grafikquellen: Thermosolar)



7.4. Hydraulische Anlagenschemen

Schema 1

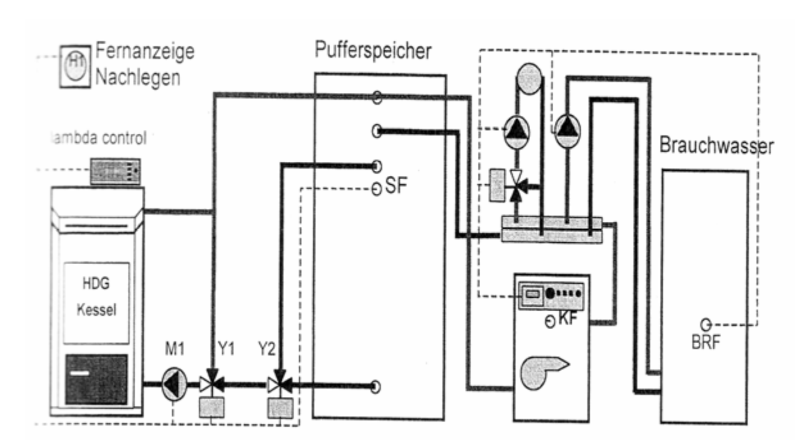


Abbildung 53: Schema 1 (Quelle: HDG-Bavaria)

Wenn am Feststoffkessel die Wärmeerzeugung eingeschaltet wird, erlischt die Fernanzeige. Erreicht die Kesseltemperatur 50°C, schaltet die Primärpumpe ein und über das Rücklaufventil Y1 wird die Rücklauftemperatur des Festbrennstoffkessels angehoben. Ab 55°C Kesseltemperatur öffnet das Rücklaufventil Y1 (die Rücklauftemperatur wird weiterhin angehoben) und Wärme wird an den oberen Teil des Pufferspeichers abgegeben.

Ist der Wärmebedarf höher als vom Festbrennstoffkessel bzw. vom Puffer angeboten wird, läuft der Öl- bzw. Gaskessel (Spitzenlastabdeckung). Von der witterungsgeführten Heizkreis- und Brauchwasserregelung wird die Wärme programmgemäß an das Heizungssystem bzw. an den Brauchwasserspeicher abgegeben.

Vorteile:

- hydraulische Entkoppelung von Wärmeerzeugung und Wärmeverbraucher
- getrennte Regelung von Holzkessel und Heizsysteme möglich

Nachteile:

- Wärmeverluste durch den durchströmten Öl- Gaskessel

Schema 2

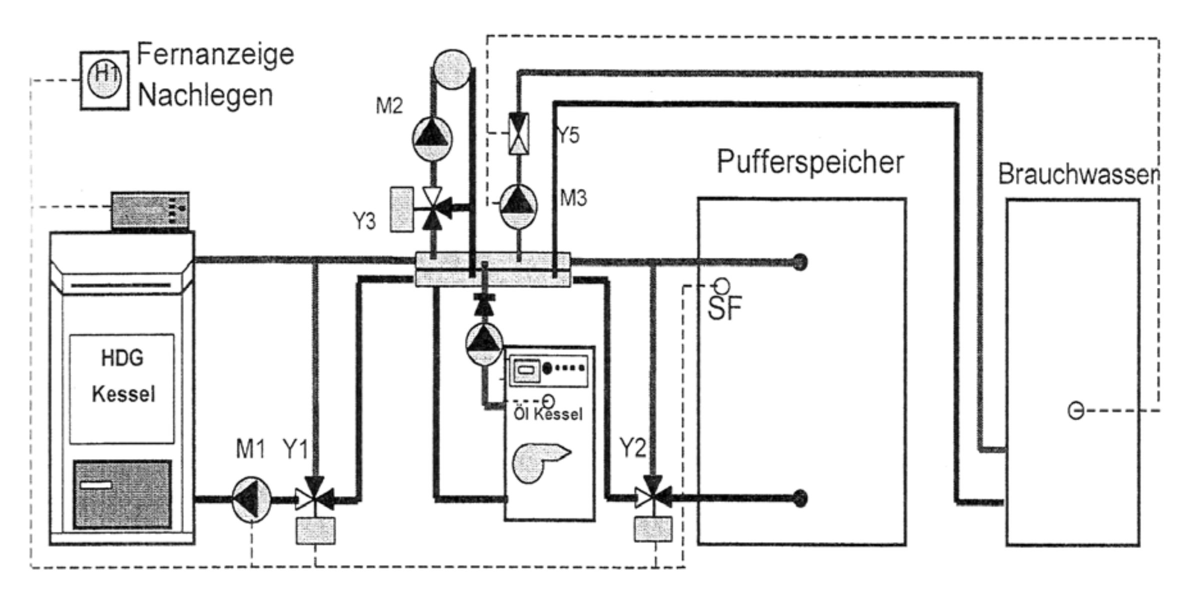


Abbildung 54: Schema 2 (Quelle HDG Bavaria)

Wird am Feststoffkessel die Wärmeerzeugung eingeschaltet, unterbricht der Umschaltkontakt den Kesselfühler im Öl- Gaskessel. Dadurch wird der witterungsgeführten Heizkreis- und Brauchwasserregelung mitgeteilt, das Wärme erzeugt bzw. vorhanden ist und bei Bedarf programmgemäß an das Heizsystem bzw. an den Brauchwasserspeicher abgegeben werden kann. Der Öl- oder Gaskessel ist außer Betrieb und die Fernanzeige wird über den Kesselkreispumpenausgang der witterungsgeführten Regelung deaktiviert.

Erreicht die Kesseltemperatur 50°C schaltet die Primärpumpe ein und über das Rücklaufventil wird die Rücklauftemperatur des Festbrennstoffkessels angehoben. Ab 55°C Kesseltemperatur öffnet das Rücklaufventil und durch die witterungsgeführte Heizkreis- und Brauchwasserregelung wird die Wärme programmgemäß an das Heizungssystem bzw. an den Brauchwasserbereiter abgegeben.

Wird keine oder weniger Wärme als vorhanden benötigt, wird diese über den Verteiler in den Pufferspeicher geschoben.

Vorteile:

- kein Wärmeverlust über den Öl- Gaskessel
- schnelle Reaktion des Festbrennstoffkessels auf Wärmeanforderung d. h. keine langes Aufheizen des Pufferspeichers

Nachteile:

- keine Hydraulische Entkoppelung durch den Pufferspeicher



Schema 3

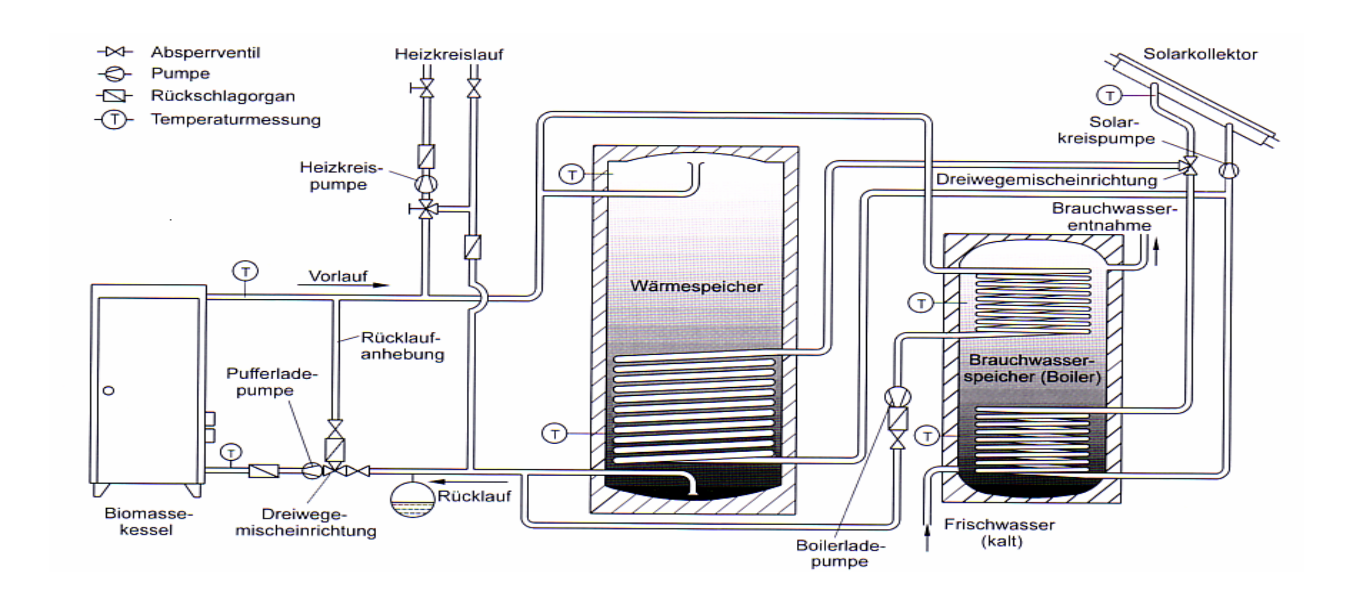


Abbildung 55: Schema 3 (Kombination mit Solarwärme)

Der Brauchwasserspeicher wird von der Solaranlage bis zur gewünschten Temperatur erhitzt, danach wird die Solarenergie über das Dreiwegeventil in den Pufferspeicher geleitet. Sinkt der Pufferspeicher unter seine eingestellte Sockeltemperatur und steht keine Solarenergie zur Verfügung muss am Biomassekessel nachgelegt werden. Die Heizkreis- und Boilerladepumpe laufen in Abhängigkeit von der Puffertemperatur, um ein Abkühlen durch kaltes Pufferwasser zu vermeiden.

7.5. Anlagenplanung

7.5.1 Planungsgrundlagen

Die generelle Planung von Warmwasserheizungsanlagen ist in der DIN EN 12828 geregelt. Sie ist im Juni 2003 offiziell erschienen. Übergangsfristen endeten zum 31.03.2004.

Die neue DIN beinhaltet Entwurfs- und Ausführungskriterien für zentrale Warmwasser-Heizungsanlagen mit einer maximalen Betriebstemperatur von 105°C und 1MW Leistung. Weitere Unterscheidungen nach Druckbereich oder Wasserinhalten von Wärmeerzeugern (wie in den alten Normen DIN 4751) werden in der DIN EN 12828 nicht mehr vorgenommen.

Zur Auslegung von Anlagen müssen einige vorausgehende Informationen eingesammelt werden. So ist z.B. eine schriftliche Abstimmung zwischen Auftraggeber und Planer notwendig, z.B. hinsichtlich Heizlastberechnung, Brennstoffwahl, Heizflächen, hydraulischer Abgleich, Wasseraufbereitung etc.

Die Auslegung der **Wärmeerzeugung** erfolgt nach DIN EN 12831 (früher DIN 4701). Dabei muss die Energieeffizienz beachtet werden.

Bei der **Wärmeverteilung** muss ein hydraulischer Abgleich möglich sein. Sofern es nach LV erforderlich ist, sind Berechnungen und eine Dokumentation notwendig. Füll-, Entleerungs- und Entlüftungsmöglichkeit müssen für jeden Heizkreis vorhanden sein. Die Qualitätsanforderungen an das verwendete Heizwasser sind zu berücksichtigen. Anforderungen an Pumpen und Rohrleitungen ergeben sich gemäß EnEV.

Durch die Heizflächenauslegung wird schließlich die **Wärmeabgabe** bestimmt. Sie richtet sich ebenfalls nach DIN EN 12831 (früher DIN 4701). Bei der Auslegung muss unter Umständen ein Zuschlag für Heizunterbrechungen berechnet werden. Dies gilt auch bei hohen Räumen. Außerdem sind Sonderfälle wie z.B. Installationen in Altenheimen, Kindergärten und Schulen, zu beachten. In diesen Fällen muss die Oberflächentemperatur von Heizflächen begrenzt werden. Wenn es vom Nutzer gefordert wird, sollten auch die besonderen Ansprüche an die thermische Behaglichkeit berücksichtigt werden (Berechung und Dokumentation gemäß EN ISO 7730).

Die Europäische Norm DIN EN 12828 klassifiziert unterschiedliche **Regelsysteme**, die je nach nationaler Anforderung angewendet werden können. Für Deutschland gilt hier die EnEV! Demnach ist die in der DIN EN 12828 angeführte „manuelle Regelung“, entsprechend der nationalen Anforderungen für Deutschland, nicht zulässig.

Anlagen in Deutschland haben folgende betriebliche Anforderungen und müssen mindestens mit folgenden Komponenten ausgestattet sein:

- Einrichtungen zur Überwachung von Temperatur und Druck
- Einrichtung zur Regelung der Betriebstemperatur (z.B. Temperaturregler)
- Druckhalteeinrichtung, um den erforderlichen Mindestbetriebsdruck sicherzustellen
- Einrichtung zum Befüllen und zur Angleichung des Wasserstandes (korrekter Anschluss an das Trinkwassernetz!)

Bedienungs- und Wartungsanleitungen müssen DIN EN 12170 bzw. DIN EN 12171 entsprechen. Sie müssen im Einklang mit den Vertragskriterien stehen und vor der Abnahme vorliegen! Der Planer muss alle Daten zur Verfügung stellen können, die für den hydraulischen Abgleich notwendig sind. Außerdem muss er die Betriebsbedingungen für die Heizungsanlagen darlegen. Die Planung umfasst auch die Vorgaben für den hydraulischen Abgleich.

Zur **Berechnung der Normheizlast** können **Normen** hinzugezogen werden. Die Norm DIN EN 12831 ersetzt seit August 2003 die DIN 4701 (Teil 1 bis 3). Die Übergangsfrist endete zum 01.10.2004. Jedes Mitgliedsland der EU kann der EN 12831 einen nationalen Anhang beifügen. In Deutschland ist dies das Beiblatt 1 vom April 2004. Der nationale Anhang beinhaltet u.a. meteorologische Daten, Mindestluftwechselraten, Raumtemperaturen, Luftdurchlässigkeitswerte, Höhenkorrekturfaktoren, Abschirmungsklassen und Berechnungsformulare.



Die Berechungsverfahren zur Ermittlung der Wärmezufuhr, welche unter Norm- Auslegungsbedingungen benötigt wird um die Norminnentemperatur zu erreichen, können folgende zwei Ansätze haben:

- raumweise (als Basis zur Auslegung der Heizflächen)
- Gebäudebezogen (als Basis für die Auslegung des Wärmeerzeugers

Die **Berechnung der Normheizlast** selbst erfolgt nach dem Verfahren zur Berechung des „Wärmebedarfs“ von Räumen und Gebäuden, bzw. jetzt mit Hilfe der Berechung der Heizlast nach DIN EN 12831. Dabei wird der ungünstigste Fall zur Auslegung der maximalen Leistung (in W oder kW) der Anlage erfasst und hinzugezogen:

- Transmissionswärmeverluste
- Lüftungswärmeverluste
- Aufheizleistung
- Grundlagen für die Auslegung von: Heizkörpern, Kessel, Pumpen, Rohrleitungsnetzen, etc.

Die Berechung des **Jahres- Heizwärmebedarfs** („Heizarbeit) Qh erfolgt z.B. nach der EnEV sowie nach den zitierten Normen. Dabei muss die im Jahresverlauf durchschnittlich benötigten Energiemenge (kWh bzw. KWh/a), zur Beheizung, TWW- Bereitung und Lüftung erfasst werden.

- Transmissionswärmeverluste
- Lüftungswärmeverluste
- solare Gewinne
- innere Gewinne
- Grundlage (zusammen mit dem Trinkwasserwärmebedarf Qtw und der Anlagenaufwandszahl ep) für den öffentlich – rechtlichen Nachweis zur Einhaltung des Jahresprimärenergiebedarfs Qp nach EnEV

Zur Wärmedämmung gelten in Deutschland die Anforderungen der Energieeinsparverordnung.

7.5.2 Berechnungsanleitung für die Norm-Heizlast

Berechung für einen beheizten Raum

1. Ermittlung der notwendigen Angaben
   - Norm Außentemperatur
   - Jahresmittel der Außentemperatur

2. Festlegung der Räume
   - unbeheizter Raum
   - beheizter Raum / Norm- Innentemperatur

3. Festlegung jedes beheizten oder unbeheizten Raumes

4. Berechnung der Norm- Transmissionswärmeverluste:
   Norm- Transmissionswärmeverlustkoeffizient x Norm- Temperaturdifferenz

5. Berechnung der Norm- Lüftungswärmeverluste:
   Norm- Lüftungswärmeverlustkoeffizient x Norm- Temperaturdifferenz.

6. Berechnung der gesamten Norm- Wärmeverluste:
   Norm- Transmissionswärmeverluste + Norm- Lüftungswärmeverluste

7. Berechnung der Aufheizleistung
   (zusätzliche Leistung für den Ausgleich unterbrochener Beheizung)

8. Berechnung der gesamten Norm- Heizlast
   Gesamte Norm- Wärmeverluste + Aufheizleistung

Berechnungsverfahren für eine Gebäudeeinheit oder ein gesamtes Gebäude

zur Auslegung des Wärmeerzeugers, basierend auf den Resultaten der Berechnung der einzelnen Räume



1. Berechnung des gesamten Auslegungs- Transmissions- Wärmeverlustes einer Gebäudeeinheit oder eines Gebäudes durch Summierung der Norm- Transmissions- Wärmeverluste aller beheizten Räume ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen
2. Berechnung des gesamten Auslegungs- Lüftungs- Wärmeverlustes einer Gebäudeeinheit oder eines Gebäudes durch Summierung der Norm- Lüftungs- Wärmeverluste aller beheizten Räume ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen
3. Addition der Norm- Transmissions- Wärmeverluste aller beheizten Räume und der Norm- Lüftungs- Wärmeverluste einer Gebäudeeinheit oder eines Gebäudes
4. Berechnung der Norm- Heizlast des Gebäudes unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors für die zusätzliche Aufheizleistung (gesamte Aufheizleistung für eine Gebäudeeinheit oder ein Gebäude)
5. Norm- Heizlast für eine Gebäudeeinheit oder ein Gebäude = Summe der gesamten Norm- Wärmeverluste + gesamte Aufheizleistung

8. Kosten, Finanzierung und Förderung

8.1. Brennstoffpreise

Brennstoffpreise, vor allem die der fossilen Energieträger, sind ständigen Preisschwankungen unterlegen. Dies gilt auch für die Preise der biogenen Festbrennstoffe die in den letzten Jahren jedoch relativ stabil und gleich bleibend waren. Um den Kunden bestmöglich beraten zu können, sollte der Installateur den aktuellen Stand der Brennstoffpreise sein.

Aktuelle Angaben zu den Brennstoffpreisen können unter folgenden Internetseiten eingesehen werden:

www.carmen-ev.de	C.A.R.M.E.N. e.V.
www.depv.de	Deutscher Energie-Pellet-Verband e.V.
www.brennstoffspiegel.de	Ceto Verlag GmbH

8.1.1 Preise für Hackschnitzel

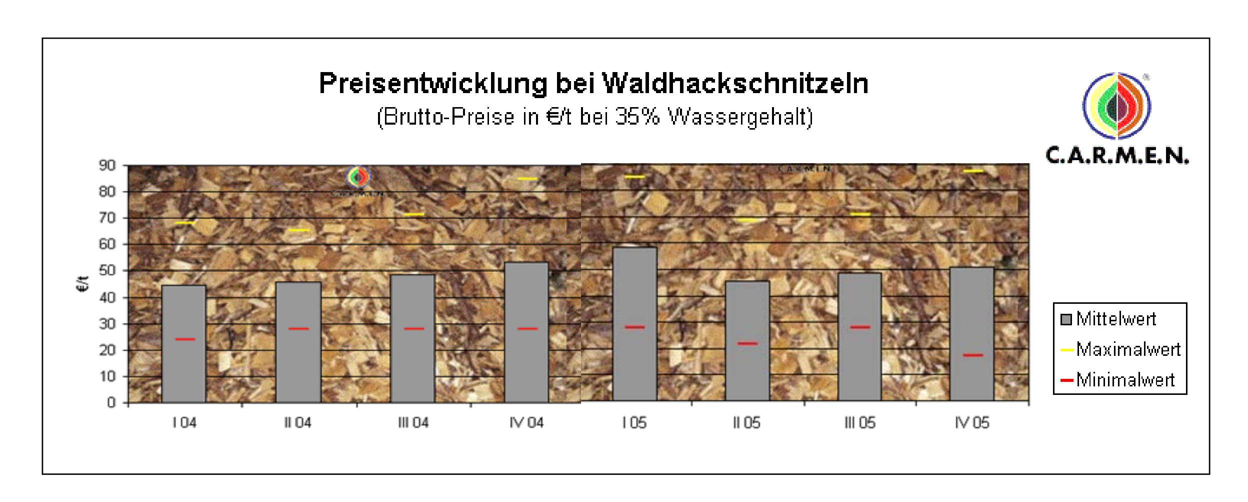


Abbildung 56: Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln nach Quartalen (Quelle: CARMEN 2006 leicht verändert)

Abbildung 56 zeigt die aktuelle Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln und berücksichtigt die Preisangaben der unten genannten Lieferanten. Die Preisangaben beziehen sich auf



die Lieferung von Waldhackschnitzeln mit einem Wassergehalt von 35 % im Umkreis von 20 km und verstehen sich inklusive MwSt.

8.1.2 Pelletpreise

In Deutschland gibt es inzwischen etliche Hersteller für Holzpellets. Die Tendenz ist steigend. Wie Abbildung 57 zeigt ist die Produktionskapazität von Holzpellets in Deutschland seit 2000 stark gestiegen. Mittlerweile haben zahlreiche Brennstoffhändler Pellets in ihr Sortiment aufgenommen und mehrere Lieferanten bieten bereits einen Lieferservice mit dem Pellettankwagen an. Grundsätzlich erwartet die Branche auch in den kommenden Jahren eine deutliche Steigerung des Absatzes von Holzpellets und Pelletheizanlagen. Vorsichtige Schätzungen besagen, dass mit dem in Deutschland verfügbaren Sägerestholz etwa eine Viertel Million Einfamilienhäuser auf Pelletzentralheizungen umgestellt werden können.

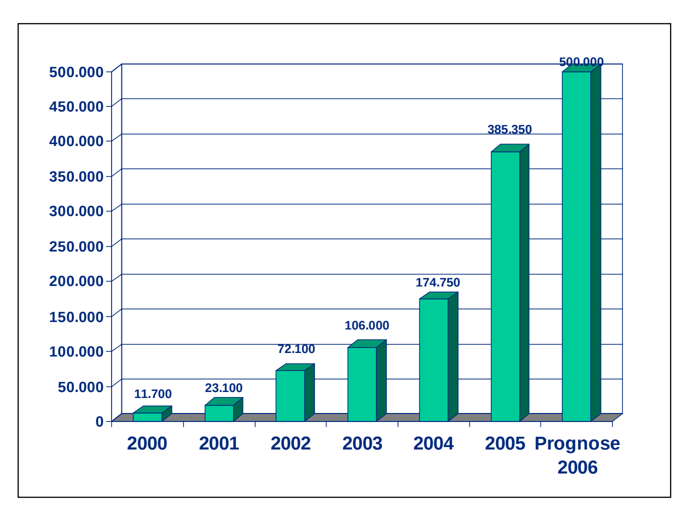


Abbildung 57: Produktionskapazitäten von Pellets in Deutschland (Daten: DEPV)

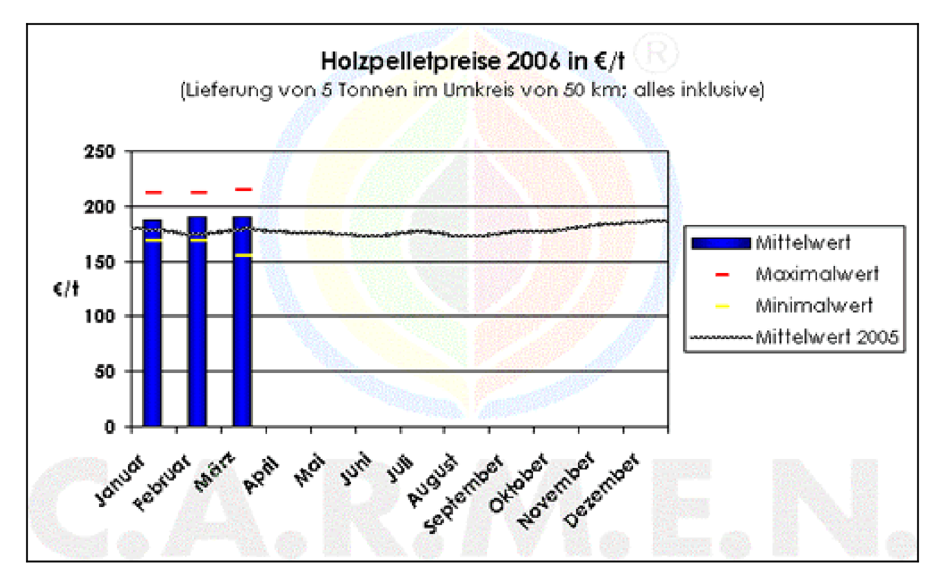


Abbildung 58: Preisentwicklung von Holzpellets 2006 (Quelle: CARMEN 2006)

Die Preisangaben in Abbildung 58 beziehen sich auf die Lieferung von 5 Tonnen im Umkreis von 50 Kilometern. Die Preise verstehen sich inklusive MwSt. und allen in Frage kommenden Pauschalen für Lieferung, Wiegen o.Ä. Demnach lag der Mittelwert des Pelletpreises im März 2006 bei 190,87 €/t. Basierend auf diesen Daten kostete die einem Liter Heizöl (EL) entsprechende Menge demnach 38,95 Cent!

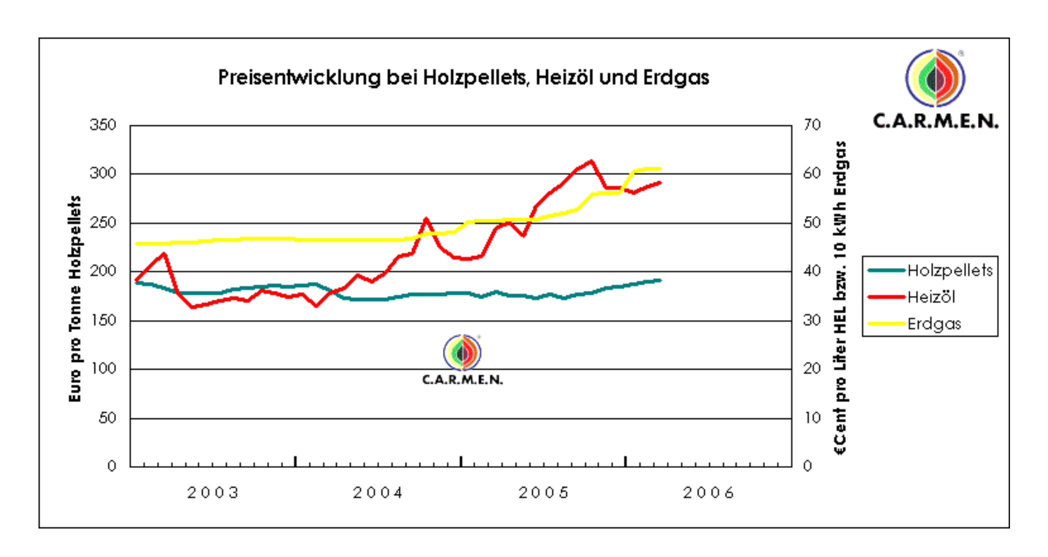


Abbildung 59: Preisentwicklung bei Holzpellets, Heizöl und Erdgas 2003-2006 (Quelle: CARMEN 2006)



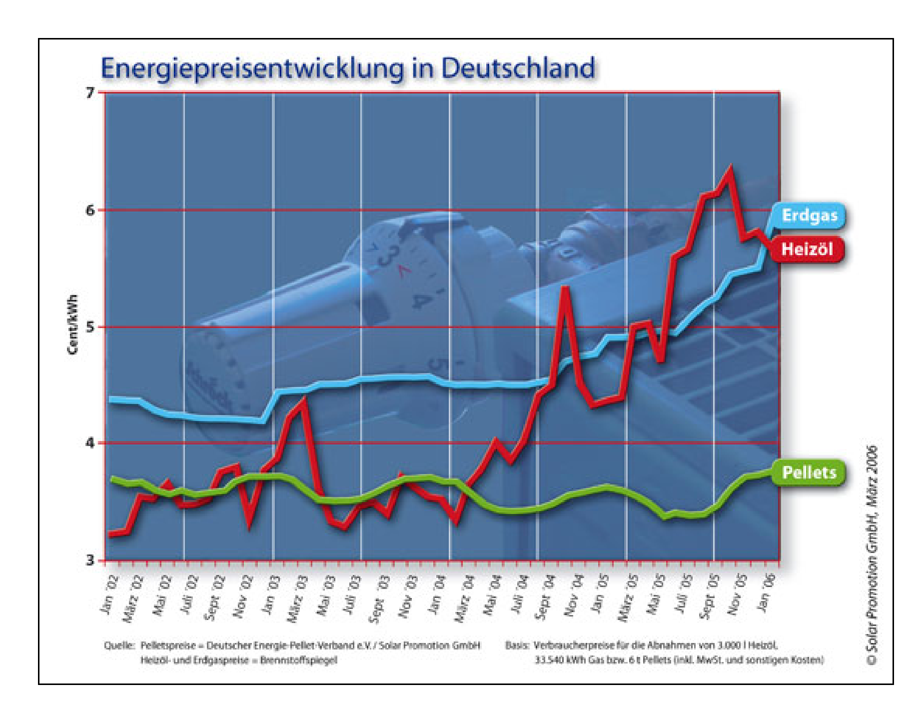


Abbildung 60: **Energiepreisentwicklung in Deutschland (01/2002-01/2006) (Quelle: DEPV / SOLAR PROMOTION GMBH)**

Die Preise für Pellet-Sackware (25kg-Sack) liegen zur Zeit bei 260 € die Tonne, wenn einzelne Säcke gekauft werden. Der derzeitige Preis von etwa 185 € pro Tonne (Lieferung von 5 Tonnen im Umkreis von 50 km, alles inklusive) entspricht einem Preis von etwa 3,8 Cent pro Kilowattstunde oder einem Heizölpreis von 38 Cent pro Liter. Bei Abnahmemengen über 5 t sind in der Regel Mengenrabatte möglich.

8.2. Förderungsmöglichkeiten

8.2.1 Förderung der BAFA

Aufgrund der hohen Zahl von Förderanträgen waren 2005 die Mittel aus dem BAFA-Programm (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) bereits im Oktober ausgeschöpft. Antragsteller, die im vergangenen Jahr deswegen keine Zusage mehr erhalten haben, können nun doch noch - ebenso wie Antragsteller aus diesem Jahr - eine Förderung erhalten. Aufgrund der anhaltend hohen Zahl von Antragstellungen wurden die Fördersätze in diesem Bereich allerdings **um 20 Prozent abgesenkt**. Dadurch soll erreicht werden, dass eine erheblich größere Zahl von Anlagen als in den Vorjahren gefördert werden kann. Nach den aktuellen Förderrichtlinien werden neue Förderzusagen vom BAFA in der Reihenfolge des Antragseingangs erteilt.

Die neuen Fördersätze gelten für alle noch nicht beschiedenen Förderanträge mit Ausnahme von Anträgen für freiberufliche und gewerbliche Antragsteller. Für diese gelten bis zum Tag der Erteilung der beihilferechtlichen Genehmigung der neuen Richtlinien durch

die Europäische Kommission noch die alten Fördersätze der Richtlinien vom 17. Juni 2005. Diese Fördersätze sind im Folgenden in Klammern aufgeführt.

Automatisch beschickte Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse:

Zuschüsse werden nur für Anlagen mit einer Nennwärmeleistung von **mindestens 8 und maximal 100 kW** sowie einem **Kesselwirkungsgrad von mindestens 88 %** gewährt. Der Zuschuss beträgt 48 € (60 €) je kW errichteter installierter Nennwärmeleistung, mindestens jedoch 1.360 € (1.700 €) bei Anlagen mit einem Kesselwirkungsgrad von mindestens 90 %. Für Primäröfen ohne Wärmedämmung mit einem Kesselwirkungsgrad von mindestens 90 %, die konstruktionsbedingt auch Wärme an den Aufstellraum abgeben, beträgt der Zuschuss mindestens 800 € (1.000 €). Die Anlagen müssen mit einer Leistungs- und Feuerungsregelung sowie einer automatischen Zündung ausgestattet sein und bei Anlagen bis 50 kW ist erforderlich, dass es sich um eine Zentralheizungsanlage handelt.

Manuell beschickte Scheitholzvergaserkessel

Zuschüsse werden nur für Anlagen mit einer Nennwärmeleistung von **mindestens 15 und maximal 100 kW** sowie einem **Kesselwirkungsgrad von mindestens 88 %** gewährt, sofern sie mit einer Leistungs- und Feuerungsregelung (Temperaturfühler hinter der Verbrennungskammer und/oder Lambdasonde zur Messung des O_2-Gehaltes im Abgasrohr) ausgestattet sind und über einen Pufferspeicher mit einem Mindestvolumen von 55 l/kW verfügen. Der Zuschuss beträgt 40 € (50 €[1]) je kW errichteter installierter Nennwärmeleistung, mindestens jedoch 1.200 € (1.500 €[1]) bei Anlagen mit einem Kesselwirkungsgrad von mindestens 90 %.

Die Förderung erfolgt als Festbetragsfinanzierung durch nicht rückzahlbare Zuschüsse (Projektförderung).

Antragsberechtigt sind Privatpersonen, freiberuflich Tätige sowie kleine und mittlere gewerbliche Unternehmen nach der Definition der Europäischen Gemeinschaften (Amtsblatt der EU 2003 Nr. L 124/S. 36ff.) sowie Kommunen, Zweckverbände, sonstige Körperschaften des öffentlichen Rechts und eingetragene Vereine, die entweder Eigentümer, Pächter oder Mieter des Grundstückes sind, auf dem die Anlage errichtet werden soll (Ausnahme: Kontraktoren).

Generell **nicht antragsberechtigt** sind Unternehmen, bei denen es sich nicht um kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nach der Definition der Europäischen Gemeinschaften handelt (250 oder mehr Mitarbeiter oder Jahresumsatz über 50 Mio. Euro und Bilanzsumme über 43 Mio. Euro oder Überschreitung dieser Werte bei Hinzurechnung der entsprechenden Daten – Mitarbeiter/Umsatz/Bilanzsumme – eines oder mehrerer anderer Unter-



nehmen, das/die zu mindestens 25 % an dem betroffenen Unternehmen beteiligt ist/sind). Unternehmen, bei denen 25 % oder mehr des Kapitals oder der Stimmrechte direkt oder indirekt von einem oder mehreren öffentlichen Stellen oder Körperschaften des öffentlichen Rechts einzeln oder gemeinsam kontrolliert werden, sind keine KMU, es sei denn, es handelt sich bei den Anteilseignern um Gebietskörperschaften mit einem Jahreshaushalt von weniger als 10 Mio. € und weniger als 5.000 Einwohnern.

Eine **aktuelle Liste aller förderbarer Anlagen** sowie der „**Richtlinie**“ zur Förderung von Biomasseanlagen von der BAFA findet man unter www.bafa.de.

8.2.2 Förderung der KfW

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW Bankengruppe) ist eine Anstalt öffentlichen Rechts. Seit über 50 Jahren fungiert sie als Bank des Bundes (80 %) und der Länder (20 %).

Die KfW Bankengruppe gibt weltweit Impulse für Wirtschaft, Gesellschaft und Ökologie. Mit ihren langfristigen, zinsgünstigen Krediten fördert die KfW Bankengruppe zum Beispiel den Mittelstand und Existenzgründer. Außerdem stimuliert sie Innovationen und den Beteiligungskapitalmarkt, treibt den Umweltschutz voran und unterstützt den Ausbau der kommunalen Infrastruktur. Die KfW Bankengruppe ist aber nicht nur im Inland in der Investitionsfinanzierung aktiv, sondern auch in der Export- und Projektfinanzierung, der Förderung der Entwicklungsländer sowie in Beratung und anderen Dienstleistungen.

Im Rahmen des **KfW-CO_2-Gebäudesanierungsprogramms** sowie der beiden KfW-Programme **Wohnraum-Modernisieren** und **Ökologisch-Bauen** fördert die Bankengruppe den Einsatz von erneuerbaren Energietechnologien im privaten Haushalt. Auch der Einsatz von Biomasseheizanlagen bzw. die Erneuerung alter (Öl- und Gas-) Heizanlagen durch Biomasseheizanlagen fällt unter diese Programme.

Alle Förderprogramme der KfW Bankengruppe beruhen nicht auf einer direkten Förderung durch einen absoluten oder prozentualen Zuschuss zur Anlage, sondern vielmehr durch **zinsgünstige Kredite** mit Festzinssätzen und tilgungsfreien Anlaufjahren.

Das KfW-Programm „Wohnraum Modernisieren“ unterstützt alle Träger von Investitionsmaßnahmen durch zinsgünstige Finanzierungsmittel, die CO_2-Minderungs und Modernisierungsmaßnahmen im Wohnungsbestand durchführen wollen. Für Standardmaßnahmen wird eine Basisförderung angeboten (STANDARD). Klimaschutzrelevante Maßnahmen werden durch Bundesmittel mit einem besonders günstigen Zinssatz in den ersten 10 Jahren der Kreditlaufzeit gefördert (ÖKO-PLUS).

Gefördert wird jeder, der in selbst genutzte oder vermietete Wohngebäude investiert. In der Regel die Eigentümer, also folgende Personen:

- Privatpersonen,
- Wohnungsunternehmen, Wohnungsgenossenschaften,
- Gemeinden, Kreise, Gemeindeverbände,

- Sonstige Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts.

Für den Biomasse-Installateur sind vor allem die Öko-Plus-Maßnahmen im **Programm Wohnraum Modernisieren** von Bedeutung.

ÖKO-PLUS-Maßnahmen

Alles rund um Wärmeschutz und Heizung (erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Nah-/ Fernwärme) einschließlich der unmittelbar dadurch erforderlichen Maßnahmen.

Wichtig: Die Mindestanforderungen der EnEV (Energie-Einsparverordnung) müssen stets eingehalten werden!

1. Wärmeschutz der Gebäudeaußenhülle

- Fenstererneuerung **(NEU)**,

- Dämmen des Daches bzw. Dämmen der obersten Geschossdecken zu nicht ausgebauten Dachräumen,

- Dämmen der Außenwände,

- Dämmen der Kellerdecke oder von erdberührten Außenflächen beheizter Räume.

2. Erneuerung der Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Nah-/ Fernwärme

- solarthermische Anlagen: Heizungseinbau (z. B. Brennwertkessel, Niedertemperatur-Heizkessel) nur wenn auch eine solarthermische Anlage installiert wird,

- Biomasseanlagen: automatisch beschickte Zentralheizungsanlagen, die ausschließlich mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Hierzu zählen Holzpellets, Holzhackschnitzel, Biokraftstoffe, Biogas,

- Holzvergaser-Zentralheizungen,

- Wärmepumpen,

- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnungsgrad von mindestens 60 %,

- Kraft-Wärme-Kopplung-Einzelanlagen zur Wärmeversorgung (z. B. Blockheizkraftwerk oder Brennstoffzelle),

- Wärmeübergabestationen und Rohrnetz bei Nah- und Fernwärme.

3. Erneuerung besonders CO2-intensiver Heiztechnik (NEU)

- Austausch von Einzelöfen durch moderne Heizungsanlagen und



- Austausch von Nachtspeicherheizungen.

Der Vollständigkeit halber seien auch die Standard-Maßnahmen im **Programm Wohnraum Modernisieren** erwähnt:

STANDARD-Maßnahmen

1. Modernisierung und Instandsetzung von Wohngebäuden

- alles, was den Gebrauchswert verbessert: z. B. Änderung des Wohnungszuschnitts, Sanitärinstallation, Wasserversorgung,

- alles, was die allgemeinen Wohnverhältnisse verbessert: z. B. durch An- und Ausbau von Balkonen/ Loggien, Nachrüstung von Aufzügen,

- beheben baulicher Mängel durch Reparatur und Erneuerung, z. B. Fußböden oder Elektroinstallation,

- barrierefreies Wohnen (alten- und behindertengerechter Umbau),

- neue Heizungstechnik: Zentralheizungsanlagen auf **Basis von Gas/Öl** einschließlich der unmittelbar dadurch erforderlichen Maßnahmen (Brennwert- oder Niedertemperaturkessel **ohne** Einsatz erneuerbarer Energien),

- bauliche Maßnahmen nach einem Teilrückbau, z. B. Dachaufbau.

2. Verbesserung der Außenanlagen bei Mehrfamilienhäusern

- Grünanlagen,

- zum Gebäude gehörende Außenanlagen,

- Spielplätze, Carports.

3. Der Rückbau von leer stehenden, dauerhaft nicht mehr benötigten Mietwohngebäuden in den neuen Bundesländern und Berlin (ehemals Ost)

- im Rahmen des Stadtumbaus, einschließlich aller Maßnahmen, die für die Freimachung von Wohnungen und für die Herrichtung des Grundstücks zur Wiedernutzung erforderlich sind.

Neben dem Programm Wohnraum Modernisieren ist für den Biomasse-Installateur das **KfW-CO_2-Gebäudesanierungsprogramm** wichtig. Dabei werden Umfangreiche CO_2-Einspar-Maßnahmen für Wohnraum, der vor dem 31.12.1983 fertig gestellt wurde, geför-



dert. Ziel des Programms ist die deutliche Minderung des CO_2-Ausstoßes. Es müssen mindestens 40 kg CO_2/m² Gebäudenutzfläche und Jahr eingespart werden. Um dieses Ziel zu erreichen muss der Antragsteller an seiner Immobilie so genannte Maßnahmenpakete durchführen.

Die vier Maßnahmenpakete 0, 1, 2 und 3 finanzieren Kombinationen der am häufigsten durchgeführten Energie-Einsparmaßnahmen. Die Pakete wurden so geschnürt, dass der Antragsteller damit ganz automatisch eine CO_2-Einsparung von mindestens 40 kg erreicht, ohne einen Sachverständigen hinzuziehen zu müssen. Eine detaillierte Berechnung ist deshalb nicht nötig.

Wenn der Antragsteller zusätzlich von einem Sachverständigen bestätigen lässt, dass sein Haus nach Durchführung eines der Maßnahmenpakete energetisch betrachtet einem Neubau entspricht, können 15 % der Darlehenssumme erlassen werden (Tilgungszuschuss).

Hier eine Übersicht, welches Standardpaket welche Maßnahmen beinhalten muss:

Maßnahmen	**Maßnahmenpaket**			
	0	**1**	**2**	**3**
Wärmedämmung Dach	x	x	x	
Wärmedämmung Außenwände	x	x		
Wärmedämmung der Kellerdecke oder von erdberührten Außenflächen beheizter Räume	x		x	
Erneuerung Fenster	x		x	x
Erneuerung Heizung		x	x	x
Umstellung Heizenergieträger				x

Alle Maßnahmen eines der Maßnahmenpakete 0, 1, 2 oder 3 müssen vollständig am gesamten Gebäude durchgeführt werden. Wenn z.B. die Außenwände gedämmt werden sollen, genügt es nicht, nur die Nordwand zu dämmen, sondern es müssen alle Außenwände gedämmt werden. Dabei sind die wärmetechnischen Anforderungen an den Dämmstoff (Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG) und dessen Mindeststärke eingehalten werden. Ähnlich sieht es bei den Fenstern aus: Grundsätzlich sind alle Fenster auszutauschen (gilt für Maßnahmenpaket 0, 2 und 3).

Falls einige Fenster bereits erneuert wurden, oder bei der Dämmung ein dünnerer Dämmstoff als vorgeschrieben verwendet werden muss, kann alternativ das Maßnahmenpaket 4 gewählt werden, für das ein Sachverständiger benötigt wird. Die Pakete können durch zusätzliche Einzelmaßnahmen ergänzt werden, so lange der Kredithöchstbetrag noch nicht ausgeschöpft ist. Sollten die Mittel nicht ausreichen, können zusätzliche Mittel aus dem Programm Wohnraum Modernisieren beantragt werden.

Lässt sich das Vorhaben nicht in den Maßnahmenpaketen 0 bis 3 unterbringen, weil andere Maßnahmen oder abweichende Kombinationen geplant sind, dann kann das Maßnahmenpaket 4 für eine maßgeschneiderte Maßnahmenkombination wählt werden.



Für den Installateur sind diese Programme der KfW Bankengruppe vielleicht auf den ersten Blick etwas weit reichend, die Tatsache, dass aber auch Biomasseheizanlagen gefördert werden können, sollte eine intensive Auseinandersetzung mit dem Förderprogramm rechtfertigen. In einem Kundengespräch ist es sehr vorteilhaft über alle Fördermöglichkeiten bescheid zu wissen.

Aktuelle Details sowie die Antragsformulare für eine Förderung der KfW Bankengruppe können im Internet unter www.kfw.de eingesehen werden.

8.2.3 Förderprogramm der Stadt München

Antragsberechtigt sind Handwerksbetriebe, die Holzpelletfeuerungen installieren und die die erfolgreiche Teilnahme mindestens einer Mitarbeiterin oder eines Mitarbeiters an einer von der Innung Spengler, Sanitär- und Heizungstechnik anerkannten Weiterbildung zur Planung und Ausführung von Holzpelletanlagen nachweisen können. Bis zum 31.12.2006 wird übergangsweise die verbindliche Anmeldung zur Teilnahme an einer entsprechenden Weiterbildung als Antragsberechtigung akzeptiert.

Antragsvoraussetzungen:

Holzpelletfeuerungsanlagen mit deren Einbau bereits vor erfolgter Antragstellung begonnen (als Beginn gilt bereits die Auftragsannahme. Eine Förderung ist nur möglich, wenn der Förderantrag spätestens am Tag der Auftragsannahme bei der Innung als eingegangen registriert ist) wurde, sowie Anlagen, die nicht den Förderkriterien oder den Vorgaben der technischen Prüfung entsprechen, werden nicht gefördert. Die Antragstellerin, der Antragsteller verpflichtet sich, gewährte Fördermittel zurückzuzahlen, wenn von ihr/ihm für dieselbe Maßnahme eine Förderung nach anderen Zuschuss- Programmen in Anspruch genommen wird. Kreditprogramme und steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten können mit dem Förderprogramm Energieeinsparung kombiniert werden. Ebenso kann der Auftraggeber der Holzpelletfeuerungsanlage einen Förderzuschuss aus einem anderen Programm beantragen. Die Anträge können erst bearbeitet werden, wenn dem Antrag die für die einzelnen Maßnahmen geforderten und im Antragsformular aufgeführten Anlagen beigelegt wurden. Die Anträge werden abgelehnt, wenn auch nach der entsprechenden Aufforderung die notwendigen Anlagen nicht fristgerecht nachgereicht wurden.

Gefördert werden Holzpelletfeuerungsanlagen innerhalb des Stadtgebiets von München in bauaufsichtlich genehmigten bzw. bestehenden Gebäuden. Die Maßnahmen müssen entsprechend den Förderkriterien ausgeführt sein.

Förderkriterien der Sonderförderung Biomasse

Gefördert wird der Einbau von automatisch beschickten Anlagen zur Verfeuerung von Holzpellets als Wärmeerzeuger für Zentralheizungs- und Kraft-Wärme- Kopplungsanlagen.

Fördervoraussetzungen:

- Die geförderten Anlagen müssen mit automatischer Zündung, sowie mit Leistungs- und Feuerungsregelung ausgestattet sein.



- Heizkessel mit einer Leistung bis einschließlich 50 kW müssen mit dem „Blauen Engel“ RAL-UZ 112 ausgezeichnet sein.
- Feuerungsanlagen mit einer Leistung über 50 kW sind förderfähig, wenn:
  - die Anlagen mit automatischer Zündung, sowie mit Leistungs- und Feuerungsregelung ausgestattet sind
  - der Kesselwirkungsgrad mindestens 88% beträgt
  - folgende Emissionsgrenzwerte, bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13% im Normzustand (273 K, 1013 hPa) eingehalten werden: Kohlenmonoxid: 250 mg/m³ bei Nennlast, staubförmige Emissionen: 50 mg/m³

  Diese Anforderungen sind erfüllt, wenn die Feuerungsanlage nach der Richtlinie des Programms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) förderungsfähig ist.
- Nicht gefördert werden:
  - Anlagen in Gebäuden, die an die Fernwärmeversorgung angeschlossen sind oder deren Versorgung mit Fernwärme möglich ist (Auskunft zum Fernwärmeanschlussgebiet unter Tel. (089) 23 61 - 47 72 und – 45 36).
  - Anlagen, die gänzlich oder teilweise der Beheizung von Schwimmbädern dienen, gebrauchte Anlagen, Eigenbauanlagen und Prototypen Förderhöhe

Förderhöhe:

- Die Förderung beträgt 40 € je kW installierter Nennwärmeleistung und wird bis zu einer Nennwärmeleistung von 100 kW gewährt.
- Die Mindestförderung beträgt 1.100 € je Anlage.

Zusatzprämie für Solarthermie - Holzpellet-Kombination

Gefördert wird der gleichzeitige Einbau einer Holzpelletfeuerung mit einer thermischen Solaranlage.

Fördervoraussetzung

Sowohl die Holzpellet- als auch die Solaranlage müssen den Fördervoraussetzungen im jeweiligen Förderschwerpunkt des FES genügen.

Förderhöhe

Die Förderung beträgt pauschal 500 € je Gebäude für alle Gebäudearten.

Wann wird der Zuschuss ausbezahlt?

Der Antragsteller hat nach dem vollständigen Abschluss der Arbeiten eine Kopie der Rechnung und eine Kopie des Messprotokolls aus der Abnahmemessung durch den Ka-



minkehrer schriftlich, mit Angabe der betreffenden Fördernummer (aus der Bestätigung zum Antragseingang), bei der Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt, RGU-UW 11, Bayerstr. 28a, 80335 München einzureichen. Die Landeshauptstadt München prüft, ob die Maßnahme entsprechend den Anforderungen dieser Richtlinien durchgeführt wurde. Wenn die Maßnahme entsprechend den Förderkriterien durchgeführt wurde, wird der Förderbetrag von der Landeshauptstadt München ausbezahlt.

Auf die Förderung besteht kein Rechtsanspruch

Bei dem Förderprogramm Energieeinsparung handelt es sich um eine freiwillige Leistung der Landeshauptstadt München. Ein Rechtsanspruch auf Bewilligung von Zuschüssen besteht nicht. Die Zuteilung erfolgt im Rahmen der haushaltsrechtlich zur Verfügung stehenden Mittel in der Reihenfolge des Eingangs der vollständigen prüfungsfähigen Anträge.

8.3. Kostenberechnung

Die Kosten einer Heizanlage sind für den Kunden von entscheidender Bedeutung. Er will in der Regel vor der Anlagemontage genau wissen, was ihm die Anlage kosten wird. Die für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung benötigten Jahreskosten einer Biomasseheizung ergeben sich aus folgenden Kosten:

- Kapitalgebundene Kosten,
- Verbrauchsgebundene Kosten
- Betriebsgebundene Kosten
- Sonstige Kosten

8.3.1 Kapitalgebundene Kosten

Die **kapitalgebundenen Kosten** umfassen die erforderlichen Investitionen für die gesamte Anlage. Dabei spielt die Investitionssumme (Kessel, Lager, Speicher,…) eine entscheidende Rolle, aber auch die Abschreibungsdauer und der zu Grunde gelegte Zinssatz haben einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der kapitalgebundenen Kosten.

Die Berechnung der auf ein Jahr bezogenen Investitionskosten kann nach der **Annuitätenmethode** erfolgen. Die Anfangsinvestition wird dabei auf die einzelnen Jahre der Nutzungsdauer umgelegt indem die Investitionssumme mit dem Annuitätenfaktor a multipliziert wird. Der Annuitätenfaktor ergibt sich aus der folgenden Gleichung, wobei i für den Zinssatz und T für die Nutzungsdauer steht.

$$a = [i(1+i)^T] / [(1+i)^T-1]$$



Der aus dieser Gleichung errechnete Betrag wird als **Annuität** bezeichnet. Er beinhaltet den Zins und die Tilgung für das periodisch konstante rückzuzahlende Kapital. Dabei spielt es keine Rolle, ob Eigen- oder Fremdkapital aufgebracht wurde.

Beispiel (nach HARTMANN 2003d)

Eine Scheitholzfeuerungsanlage, die über 20 Jahre genutzt werden soll, wird für insgesamt 10 000 € Gesamtsumme erneuert. Für das aufgewendete Kapital wird ein Zinssatz von 6 % angenommen (z. B. bei 50 % Eigenkapitalnutzung). Mit diesem Zinssatz und der Nutzungsdauer von 20 Jahren wird nun zunächst der Annuitätsfaktor bestimmt (Der Faktor kann auch aus Tabellen abgelesen werden, er wird dann meist als Prozentwert ausgedrückt). Er beträgt hier 0,0872. Dieser Annuitätenfaktor (auch „Wiedergewinnungsfaktor“) wird nun mit der Investitionssumme von 10 000 € multipliziert. Somit errechnet sich eine jährliche Kapitalkostenbelastung („Annuität“) von 872 €. Wenn es sich um eine Investition mit zugleich technischen und baulichen Anteilen handelt (z. B. Kessel und Lagerraum) ist die Lebensdauer unterschiedlich. Dann werden die Annuitäten beider Kostengruppen zunächst getrennt berechnet und anschließend zu den jährlichen Kapitalkosten aufaddiert.

Die Abschätzung der Nutzungsdauer kann anhand folgender Orientierungswerte erfolgen:

- allgem. Baukosten (z. B. Gebäude): 50 Jahre
- Schornstein (im Gebäude): 50 Jahre
- Heizkessel: 20 Jahre
- Wärmespeicher, Installationsbauteile: 15 bis 20 Jahre
- erdverlegte Nahwärmeleitungen: 25 bis 35 Jahre

8.3.2 Verbrauchsgebundene Kosten

Zu den verbrauchsgebundenen Kosten zählen die Brennstoffkosten und die Kosten für die Hilfsenergie (Strom). Den größten Anteil beim Heizen mit Biomasse machen die Brennstoffkosten aus (im Gegensatz zur Wärmepumpe bei keine Brennstoffkosten, aber erhebliche Hilfsenergiekosten entstehen). Die Brennstoffkosten errechnen sich aus der benötigten Brennstoffmenge. Diese errechnet sich wiederum aus dem Netto-Nutzwärmebedarf für Heizung und Warmwasser zuzüglich der jeweiligen Nutzungsgradverluste.

Beispiel (nach HARTMANN 2003d)

Soll eine Wärmemenge von 30 000 kWh pro Jahr erzeugt werden, ist bei einem Netto-Jahresnutzungsgrad von 75 % eine Brennstoffenergie von 40 000 kWh/a aufzuwenden (entspricht 4000 l Heizöl). Diese Brennstoffmenge entspricht einem Volumen von 20,5 Rm



trockenem Buchenholz. Bei einem angenommenen Preis von 49 €/Rm entstehen somit Beschaffungskosten von etwa 1000 € pro Jahr.

Die Kosten für den von der Anlage benötigten elektrischen Strom (Hilfsenergie zum Antriebsenergie für die Feuerungsanlage) wird häufig pauschal mit 0,7 % der thermischen Arbeit angesetzt. Bei Scheitholzfeuerungen kann er in der Praxis aber auch niedriger liegen. Wird eine Hackschnitzelbelüftung verwendet, sind die kosten höher. Wenn es sich hierbei um eine Belüftungskühlung handelt kann als Faustzahl ein Stromverbrauch von ca. 10 kWh je Kubikmeter Hackschnitzel angesetzt werden. Bei einer Belüftungstrocknung liegt dieser Ansatz dagegen deutlich höher (HARTMANN 2003d).

8.3.3 Betriebsgebundene Kosten

Die Betriebskosten beinhalten folgende Aufwendungen für

- Wartung und Instandhaltung
- Bedienungsarbeit
- Emissionsmessungen (Kaminkehrer)
- Entsorgung der Verbrennungsrückstände (Letztere ist bei Kleinfeuerungen meist vernachlässigbar)

Die **Wartungs- und Instandsetzungskosten** werden häufig pauschal mit jährlich 1,5 % der Gesamtinvestitionssumme angesetzt. Die Abschätzung der Wartungs- und Instandhaltungskosten kann auch differenzierter anhand folgender Orientierungswerte durchgeführt werden:

- Gebäude und bauliche Investition: 1 %
- Schornstein (im Gebäude): 1 %
- Heizkessel: 1,5 %
- Wärmespeicher, Installationsbauteile: 2 %
- erdverlegte Nahwärmeleitungen: 2 %

Für die Leistungen des **Kaminkehrers** gelten je nach Feuerungsanlage und Bundesland unterschiedliche Gebührensätze. Zur Orientierung fallen in Bayern für eine handbeschickte Holz-Zentralheizung Kaminkehrerkosten von jährlich ca. 100 € an, während bei Hackschnitzelfeuerungen ca. 130 €/a anfallen.

Beim Betrieb einer Biomasseheizung sind durch den Betreiber oft höhere **Arbeitsleistungen** zu erbringen als für eine Öl- oder Gasfeuerung. Die Arbeiten umfassen die regelmäßige Entaschung (z. B. Entleerung des Aschekastens ca. alle 2 bis 4 Wochen, bei Halmgut häufiger), die Reinigung der Wärmetauscherzüge (z. B. alle 4 Wochen, bei Halmgut z.T. wöchentlich) und die Überwachung der Anlage. Bei handbeschickten Anlagen kommen das Anzünden und die Brennstoffbeschickung hinzu. Bei der privaten Nutzung können derartige Arbeiten jedoch kaum in Anrechnung gebracht werden.

8.3.4 Sonstige Kosten

Zu den sonstigen Kosten zählen Versicherungen, Steuern, Abgaben und Verwaltungskosten. Bei Kleinfeuerungen, die zur Versorgung privater Haushalte verwendet werden, fallen davon lediglich Versicherungskosten an. Bei gewerblicher Wärmebereitstellung können Gewinnaufschläge oder auch Verluste hinzukommen. Diese werden häufig mit jährlich 0,5 % der Investitionssumme pauschal angesetzt (HARTMANN 2003d).

8.3.5 Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme

Ausgangsdaten		**Heiz-öl**	**Erd-gas**	**Scheit-holz**	**Hack-schnitzel**	**Pellets Rau-maustr.**
Jahreswärmebedarf	MWh/a	20	20	20	20	20
Kesselnennleistung	kW	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Jahresnutzungsgrad	%	85	90	80	80	85
Energieeinsatz pro Jahr	MWh/a	23,5	22,2	25	25	23,5
Heizwert	kWh/l	9.97				
	kWh/m3		10			
	MWh/t			3,8	3,5	4,9
Jahresbrennstoffbed.	l/a	2.361				4,9
	m^3/a		2.222			
	t/a			6,6	7,1	4,8
Brennstoffpreis	**€/MWh**	**60,2**	**61,1**	**30,3**	**15,7**	**37,8**
	€/l	**0,60**				
	€/kWh		**0,061**			
	€/t			**115**	**55**	**185**



Strompreis	€/MWh	120	120	120	120	120
Investition Anlage	**€**	**5.000**	**5.000**	**7.500**	**11.000**	**10.000**
Investitionsförderung	**€**	**0**	**0**	**1.200 ***	**1.360 ***	**1.360 ***
kapitalgeb. Kosten	**€/a**	**500**	**500**	**750**	**1.209**	**1.099**
verbrauchsgeb. Kost.	**€/a**	**1.440**	**1.362**	**762**	**429**	**924**
davon Kosten f. Hilfsenergie	**€/a**	**24**	**5**	**5**	**36**	**36**
betriebsgebundene und sonstige Kosten	**€/a**	**47**	**57**	**68**	**128**	**128**
davon Emissionsmessung	**€/a**	**32**	**42**	**8**	**98**	**98**
davon Kaminkehren	**€/a**	**15**	**15**	**60**	**30**	**30**
Jahresgesamtkosten ohne Förderung	**€/a**	**1.987**	**1.918**	**1.579**	**1.766**	**2.152**
Vermind. der Kapital-kosten durch Förderung	**€/a**	**0**	**0**	**108**	**122**	**122**
Jahresgesamtkosten mit Förderung	**€/a**	**1.987**	**1.918**	**1.471**	**1.644**	**2.029**
Wärmegestehungskos-ten	**€/MWh**	**99**	**96**	**74**	**82**	**101**
Nutzungsdauer: 15 Jahre; Zinssatz: 4 % Kostenaufwand für das Kaminkehren: ca. 15 € Kehrhäufigkeit: bei Scheitholz 3-4 mal pro Jahr, bei Hackschnitzeln und Pellets 2 mal pro Jahr, Öl und Gas einmal pro Jahr. * = bei Kesselwirkungsgrad mind. 90 %						

Tabelle 16: **Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme (Beispiel, Stand März 2006) (Quelle: CARMEN 2006)**

9.Rechtliche Anforderungen und Vorschriften

Mit der Installation, Sanierung und Wartung von Biomasseheizanlagen sind zahlreiche Gesetze und Vorschriften verbunden, die beachtet werden müssen. Dabei handelt es sich zum einen um **Bundesverordnungen** (-Gesetze) und zum anderen um **Landesverordnungen** (-Gesetze). In dieser Version des Handbuchs beziehen sich die Aussagen zu den länderspezifischen Gesetzesgrundlagen auf das Land **Bayern**.

Wichtige Gesetze, die bei der Installation von Biomasseheizanlagen berücksichtigt werden müssen sind:

- **1. BImSchG** Bundes-Immissionsschutzverordnung: Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen
- **4. BImSchG** Bundes-Immissionsschutzverordnung über nicht genehmigungspflichtige Kleinfeuerungsanlagen
- **TA Luft** Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
- **MBO** Musterbauordnung
- **Bauordnungen** der Länder
- **MFeuVO** Musterfeuerungsverordnung
- **FeuV** Feuerungsverordnungen der Länder
- **VVB** Verordnung über die Verhütung von Bränden
- **BiomasseV** Biomasseverordnung
- **SchfG** Schornsteinfegergesetz
- **KÜO** Verordnung über das Kehren und Überprüfen von Feuerungs- und Lüftungsanlagen

Neben den Gesetzen gibt es Anforderungen an die Feuerungsanlagen und die Brennstoffe, die zum Teil verpflichtend sind, aber auch auf freiwilliger Basis beachtet werden können. Bei diesen freiwilligen Anforderungen handelt es sich um DIN-Normungen, Logos und Zertifikate.



9.1. Anforderungen an Feuerungsanlagen

Für die generelle Verwendbarkeit von Bauprodukten wie Feuerungsanlagen sind in Deutschland die Landesbauordnungen und die Feuerungsverordnungen der Länder maßgeblich. Damit die darin festgelegten Regeln zwischen den Bundesländern möglichst wenig abweichen, wurden eine „Musterbauordnung“ (MBO) sowie eine „Musterfeuerungsverordnung“ erlassen. In diesen Musterverordnungen sind die für alle Bundesländer angestrebten Standards festgelegt, bevor sie in Länderverordnungen umgesetzt werden.

Nach der Musterbauordnung dürfen Feuerungsanlagen (Bauprodukte) nur verwendet werden, wenn sie entweder die nationale „Ü-Zeichen“ oder das europäische Konformitätszeichen „CE-Kennzeichnung“ tragen. Vor dem Inverkehrbringen eines Kessels ist diese Kennzeichnung per Gesetz verpflichtend. Diese Zeichnen kennzeichnen, dass das jeweilige Produkt (in diesem Fall die Feuerungsanlage) mit den geltenden Richtlinien übereinstimmt.

9.1.1 Ü-Zeichen

Die Gestaltung und Anbringung des Ü-Zeichens ist in der Übereinstimmungszeichen-Verordnung desjenigen Landes geregelt, in dem der Hersteller seinen Sitz hat. Das Ü-Zeichen muss die Daten des Herstellers, die Prüfgrundlage (bei Normkonformität die DIN/EN-Nummer, sonst die Zulassungsnummer) und die Prüfstelle nennen (HARTMANN & ROSSMANN 2003b).

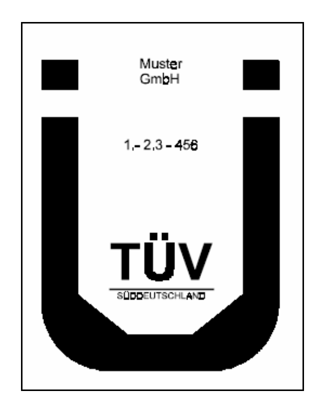


Abbildung 61: Das Ü-Zeichen

9.1.2 CE-Zeichen

Die CE-Kennzeichnung wurde vorrangig geschaffen um den freien Warenverkehr von für den Endverbraucher sicheren Produkten innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) und der darin befindlichen Europäischen Gemeinschaft (EG) zu gewährleisten. Die CE-Kennzeichnung wird häufig als „Reisepass“ für den europäischen Binnenmarkt be-

zeichnet, da sie eine Kennzeichnung zur Marktzulassung ist. Die Abkürzung CE bedeutet Communauté Européenne (franz. Begriff für Europäische Gemeinschaft). Die CE-Kennzeichnung wird fälschlicherweise immer wieder „Zeichen“ genannt.

EG-Richtlinien gemäß Art. 95 EU-Vertrag (sog. Binnenmarktrichtlinien) legen für zahlreiche Produkte Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen als Mindestanforderungen fest, die nicht unterschritten werden dürfen. Ein Produkt darf nur in den Verkehr gebracht und in Betrieb genommen werden, wenn es den Bestimmungen sämtlicher anwendbarer EU-Richtlinien entspricht, und wenn ein Konformitätsbewertungsverfahren gemäß den anwendbaren EG-Richtlinien durchgeführt worden ist.

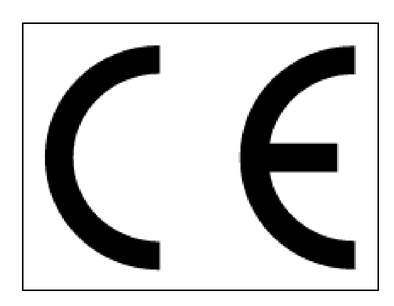


Abbildung 62: Die CE-Kennzeichnung

Für die Zulassung von Feuerungsanlagen sind vor allem die Maschinenrichtlinie, die Richtlinie über elektromagnetische Verträglichkeit und die Niederspannungsrichtlinie von Bedeutung. Gemäß dieser Richtlinien ist eine EG-Konformitätserklärung erforderlich. Diese wird vom Hersteller selbst ausgestellt. Er ist außerdem verpflichtet, das CE-Zeichen als sichtbares Zeichen der Konformität auf dem Produkt anzubringen. Die Konformitätserklärung ist in der Sprache des Verwendungslandes auszustellen und beinhaltet Name und Anschrift des Herstellers, eine Beschreibung des Produktes (Fabrikat, Typ, Seriennummer etc.) und alle einschlägigen Bestimmungen, denen das Produkt entspricht (bei Heizkesseln für feste Brennstoffe unter anderen der DIN EN 303-5. (HARTMANN & ROSSMANN 2003b)

9.1.3 DIN-Normen

Für den freien Verkehr von Waren und Dienstleistungen spielt die Standardisierung und ihre Elemente, wie Prüfung - Herstellerklärung - Zertifizierung - Akkreditierung, eine bedeutende Rolle. Für den Installateur spielen einige DIN-Normen eine Rolle, die nachstehend aufgezählt sind. Diese List erhebt allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- **DIN 3440**, Ausgabe:1984-07 Temperaturregel- und -begrenzungseinrichtungen für Wärmeerzeugungsanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
- **DIN 4702-1**, Ausgabe:1990-03 Heizkessel; Begriffe, Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung



- **DIN 4702-2**, Ausgabe:1990-03 Heizkessel; Regeln für die heiztechnische Prüfung
- **DIN 4702-4**, Ausgabe:1990-03 Heizkessel; Heizkessel für Holz, Stroh und ähnliche Brennstoffe; Begriffe, Anforderungen, Prüfungen
- **DIN 4702-8**, Ausgabe:1990-03 Heizkessel; Ermittlung des Norm-Nutzungsgrades und des Norm-Emissionsfaktors
- **DIN 4708-1**, Ausgabe:1994-04 Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Begriffe und Berechnungsgrundlagen
- **DIN 4708-2**, Ausgabe:1994-04 Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden
- **DIN 4708-3**, Ausgabe:1994-04 Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Regeln zur Leistungsprüfung von Wassererwärmern für Wohngebäude
- **DIN 4759-1**, Ausgabe:1986-04 Wärmeerzeugungsanlagen für mehrere Energiearten; Eine Feststoffeuerung und eine Öl- oder Gasfeuerung und nur ein Schornstein; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen
- **DIN EN 303-5**, Ausgabe:1999-06 Heizkessel - Teil 5: Heizkessel für feste Brennstoffe, hand- und automatisch beschickte Feuerungen, Nenn-Wärmeleistung bis 300 kW - Begriffe, Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 303-5:1999
- **DIN EN 12809**, Ausgabe:2005-08 Heizkessel für feste Brennstoffe - Nennwärmeleistung bis 50 kW - Anforderungen und Prüfungen; Deutsche Fassung EN 12809:2001 + A1:2004
- **DIN 51731**, Ausgabe 1996-10 Prüfung fester Brennstoffe- Preßlinge aus naturbelassenem Holz- Anforderungen und Prüfung
- **DIN 18894**, Ausgabe 2005-03: Feuerstätten für feste Brennstoffe – Pelletöfen
- **DIN 18160-1**, Ausgabe Dezember 2001 Abgasanlagen – Planung und Ausführung
- **DIN 18160-5**, Ausgabe September 1997 Abgasanlagen, Einrichtungen für Schornsteinfegerarbeiten – Anforderungen, Planung und Ausführung

Heizkessel können auf Grundlage von DIN-Normen zertifiziert werden. Mit Zertifizierung in den unterschiedlichsten Bereichen beschäftigt sich u.a. die „**DIN CERTCO** Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH“ als Beteiligungsgesellschaften des DIN.

Pelletöfen können basierend auf DIN 18894 von DIN Certco zertifiziert werden. Nach der erfolgreichen Zertifizierung kann der Kesselhersteller sein Produkt mit dem in

Abbildung 63 dargestellten Logo anbieten.



Abbildung 63: Logo für die von DIN Certco geprüften Pellet-Öfen

Eine weitere wichtige Norm für den Installateur von Biomasseheizanlagen ist die DIN EN 303-05 für Holz-Zentralheizungskessel. Sie betrifft alle Holzfeuerungskessel mit einer Nennwärmeleistung bis 300 kW, die mit Über- oder Unterdruck im Brennraum, mit Naturzug oder Gebläse und mit Handbeschickung oder automatischer Beschickung arbeiten, wobei als Wärmeträgermedium Wasser verwendet wird, welches einem zulässigen Betriebsdruck bis 6 bar und einer zulässigen Betriebstemperatur bis 100°C ausgesetzt ist.

9.1.4 Blauer Engel

Das RAL-Umweltzeichen RAL-UZ 112 wurde zur Zertifizierung von Holzpelletheizkesseln eingeführt. Dieses Zeichen ist durch den „Blauen Engel – weil emissionsarm und energieeffizient“ gekennzeichnet. Das Jury Umweltzeichen hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt und unter Einbeziehung der Ergebnisse der vom RAL einberufenen Anhörungsbesprechungen diese Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens beschlossen. Mit der Vergabe des Umweltzeichens wurde der RAL e.V. beauftragt.



Abbildung 64: Das Jury-Umweltzeichen: „Der Blaue Engel“

Für alle Erzeugnisse, soweit diese die nachstehenden Bedingungen erfüllen, kann nach Antragstellung beim RAL auf der Grundlage eines mit dem RAL abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens erteilt wer-

den. Mit diesem Umweltzeichen können Holzpelletheizkessel, gekennzeichnet werden, die den eingesetzten Brennstoff rationeller nutzen und deutlich weniger Schadstoffe emittieren als nach geltenden DIN-Normen und der 1. BImSchV zulässig ist.

Die Vergabegrundlage (Ausgabe April 2006) gilt für Holzpelletheizkessel nach DIN EN 303-5 mit einer Nennwärmeleistung bis einschließlich 50 kW, die ausschließlich für den Einsatz des Brennstoffes Holzpellets nach DIN 51731 oder gleichwertiger Qualität (z.B. gemäß ÖNORM M 7135) geeignet sind. Eine zentrale Anforderung an ein mit einem Umweltzeichen ausgezeichnetes Gerät ist, dass es auch beim Betrieb am Einsatzort effizient und emissionsarm arbeitet. Aus diesem Grund werden für die Vergabe des Umweltzeichens nur solche Geräte einbezogen,

- die ausschließlich mit Holzpellets betrieben werden können, um Verschlechterungen der Effizienz und des Emissionsverhaltens durch den Einsatz qualitativ ungünstigerer Brennstoffe auszuschließen (Ausschluss von Kombinationskesseln)
- in denen die Zündung, Leistungs- und Verbrennungsregelung, sowie die Wärmetauscherreinigung vollautomatisch erfolgen, um Fehler durch unsachgemäße Bedienung zu vermeiden (Ausschluss von Anlagen mit manuell wirkenden Bedienungseinrichtungen (z.B. zur Regulierung der Verbrennungsluftzufuhr durch Stellhebel))
- die ein vollständiges System darstellen und so die Beurteilung des Systemwirkungsgrades und der Emissionen des Systems ermöglichen (Ausschluss von Pelletbrennern)

Neben dem RAL-UZ 112 für Holzpelletheizkessel gibt es auch das RAL-UZ 111 für Pelletöfen.

Produkt	Geltungsbereich	Rationelle Energienutzung			Emissionen[1]						Sonstige Anforderungen
		Wirkungsgrad		Hilfsstrombedarf	NO_x (mg/Nm³)	CO (mg/Nm³)		Staub (mg/m³)	C_{ges} (mg/Nm³)		
		Nennlast	Teillast	Nennlast	Nennlast	Nennlast	Teillast	Nennlast	Nennlast	Teillast	
Pellet-heizkessel (RAL-UZ 112)	• Leistung bis 50 kW • automatische Zündung, Wärmetauscherreinigung, Leistungs- und Verbrennungsregelung • nur für Holzpellets	≥ 90%	≥ 88%	≤ 1% der erzeugten thermischen Leistung	150	100	300 (<15kW) 250 (15-50kW)	30	5	5	• Staubgehalt im Abgas bei Teillast • Hilfsstrombedarf bei Teillast- und Stand by-Betrieb • elektrische Leistungsaufnahme wichtiger Anlagenteile • wasserseitiger Widerstand • Einstell- und Bedienungsanleitung • Angebot von Dienstleistungen
Pelletöfen (RAL-UZ 111)	• Leistung bis 15 kW • automatische Zündung und Verbrennungsregelung • nur für Holzpellets	≥ 90%	≥ 90%	≤ 1% der erzeugten thermischen Leistung	150	200	400	35	10	15	

Tabelle 17: Zusammenfassung der Anforderungen für Holzpelletheizungen nach Juri Umweltzeichen (1 Bezogen auf Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff von 13%)



9.2. Bauliche Anforderungen

Die baulichen Anforderungen sind, wie auch die Anforderungen an die Feuerungsanlagen, in Deutschland in den Landesbauordnungen und den Feuerungsverordnungen der Länder verankert.

9.2.1 Verbrennungsluftversorgung

Die ausreichende Versorgung der Verbrennungsluft in den Heizräumen ist sicherzustellen. Dies schreiben die Musterfeuerungsverordnung (MFeuVO) sowie die länderspezifischen Feuerungsverordnungen (FeuV) in § 3 fest. Die folgenden Angaben beziehen sich auf die FeuV Bayern.

Demnach gilt die die Verbrennungsluftversorgung für **raumluftabhängige Feuerstätten** mit einer Gesamtnennwärmeleistung **bis zu 35 kW** als nachgewiesen, wenn die Feuerstätten in einem Raum aufgestellt sind, der

- mindestens eine Tür ins Freie oder ein Fenster, das geöffnet werden kann (Räume mit Verbindung zum Freien), und einen Rauminhalt von mindestens 4 m³ je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung hat,
- mit anderen Räumen mit Verbindung zum Freien nach Maßgabe des Absatzes 2 verbunden sind (Verbrennungsluftverbund) oder
- eine ins Freie führende Öffnung mit einem lichten Querschnitt von mindestens 150 cm² oder zwei Öffnungen von je 75 cm² oder Leitungen ins Freie mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten hat.

Für raumluftabhängige Feuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung von **35 kW bis 50 kW** gilt die Verbrennungsluftversorgung als nachgewiesen, wenn die Feuerstätten in Räumen aufgestellt sind, die

- eine ins Freie führende Öffnung mit einem lichten Querschnitt von mindestens 150 cm² oder zwei Öffnungen von je 75 cm² oder Leitungen ins Freie mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten hat.

Für raumluftabhängige Feuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung von **mehr als 50 kW** gilt die Verbrennungsluftversorgung als nachgewiesen, wenn die Feuerstätten in Räumen aufgestellt sind, die

- eine ins Freie führende Öffnung oder Leitung haben. Der Querschnitt der Öffnung muss mindestens 150 cm^2 und für jedes über 50 kW Nennwärmeleistung hinausgehende kW Nennwärmeleistung 2 cm^2 mehr betragen. Leitungen müssen strömungs-



technisch äquivalent bemessen sein. Der erforderliche Querschnitt darf auf höchstens zwei Öffnungen oder Leitungen aufgeteilt sein.

Außerdem dürfen Verbrennungsluftöffnungen und -leitungen nicht verschlossen oder zugestellt werden. Dies gilt nicht, wenn Sicherheitseinrichtungen vorhanden sind, gewährleisten, dass die Feuerstätten nur bei geöffnetem Verschluss betrieben werden können. Der erforderliche Querschnitt darf durch den Verschluss oder durch Gitter nicht verengt werden.

9.2.2 Heizraum

Anforderungen an den Aufstellungsort von Heizanlagen sind in der Musterfeuerungsverordnung (MFeuVO) sowie in den länderspezifischen Feuerungsverordnungen (FeuV) in den Paragraphen § 4 bis § 6 festgelegt. Die folgenden Angaben beziehen sich auf die FeuV Bayern.

Demnach werden grundsätzlich zwischen Feuerstätten über und unter 50 kW unterschieden. Für Einzelfeuerstätten und kleinere Zentralheizungsanlagen **unter 50 kW** werden zum Teil geringere Anforderungen an den Aufstellort gestellt. Diese Feuerstätten dürfen nicht aufgestellt werden

- in Treppenräumen, außer in Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen,
- in notwendigen Fluren,
- in Garagen, ausgenommen raumluftunabhängige Gasfeuerstätten.

Außerdem dürfen raumluftabhängige Feuerstätten in Räumen, Wohnungen oder Nutzungseinheiten vergleichbarer Größe, aus denen Luft mit Hilfe von Ventilatoren, wie Lüftungs- oder Warmluftheizungsanlagen, Dunstabzugshauben, Abluft-Wäschetrockner, abgesaugt wird, nur aufgestellt werden, wenn

- ein gleichzeitiger Betrieb der Feuerstätten und der luftabsaugenden Anlagen durch Sicherheitseinrichtungen verhindert wird,
- die Abgasführung durch besondere Sicherheitseinrichtungen überwacht wird,
- die Abgase der Feuerstätten über luftabsaugenden Anlagen abgeführt werden oder
- durch die Bauart oder die Bemessung der luftabsaugenden Anlagen sichergestellt ist, dass kein gefährlicher Unterdruck entstehen kann.

Weiterhin gilt, dass Feuerstätten von Bauteilen aus brennbaren Baustoffen und von Einbaumöbeln so weit entfernt oder so abgeschirmt sein müssen, so dass an diesen bei Nenn-

wärmeleistung der Feuerstätten keine höheren Temperaturen als 85 °C auftreten können. Andernfalls muss ein Abstand von mindestens 40 cm eingehalten werden.

Vor den Feuerungsöffnungen von Feuerstätten für feste Brennstoffe sind Fußböden aus brennbaren Baustoffen durch einen Belag aus nichtbrennbaren Baustoffen zu schützen. Der Belag muss sich nach vorn auf mindestens 50 cm und seitlich auf mindestens 30 cm über die Feuerungsöffnung hinaus erstrecken.

Bauteile aus brennbaren Baustoffen müssen, soweit sie im Strahlungsbereich liegen, von den Feuerraumöffnungen offener Kamine nach oben und nach den Seiten einen Abstand von mindestens 80 cm haben. Bei Anordnung eines beiderseits belüfteten Strahlungsschutzes genügt ein Abstand von 40 cm.

Im Gegensatz zu dem Aufstellen solchen kleineren Feuerungsanlagen erfordert das Aufstellen von Feuerstätten für feste Brennstoffe mit einer Gesamtnennwärmeleistung von **mehr als 50 kW,** größere Maßnahmen. Sie dürfen nur in so genannten Heizräumen aufgestellt werden, die

- nicht anderweitig genutzt werden, ausgenommen zur Aufstellung von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken und ortsfesten Verbrennungsmotoren sowie zur Lagerung von Brennstoffen,
- mit Aufenthaltsräumen, ausgenommen solche für das Betriebspersonal, sowie mit Treppenräumen notwendiger Treppen nicht in unmittelbarer Verbindung stehen,
- mindestens einen Rauminhalt von 8 m^3 und eine lichte Höhe von 2 m haben,
- einen Ausgang haben, der ins Freie oder in einen Flur führt, der die Anforderungen an notwendige Flure erfüllt, und
- Türen haben, die in Fluchtrichtung aufschlagen.

Außerdem müssen Wände, ausgenommen nicht tragende Außenwände, und Stützen von Heizräumen sowie Decken über und unter ihnen feuerbeständig sein. Deren Öffnungen müssen, soweit sie nicht unmittelbar ins Freie führen, mindestens Feuer hemmende und selbst schließende Abschlüsse haben.

Heizräume müssen zur Raumlüftung jeweils eine obere und eine untere Öffnung ins Freie mit einem Querschnitt von mindestens je 150 cm^2 oder Leitungen ins Freie mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten haben. Der Querschnitt einer Öffnung oder Leitung darf auf die Verbrennungsluftversorgung angerechnet werden.

Lüftungsleitungen für Heizräume müssen eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten haben, soweit sie durch andere Räume führen, ausgenommen angrenzende, zum Betrieb der Feuerstätten gehörende Räume. Die Lüftungsleitungen dürfen mit anderen Lüftungsanlagen nicht verbunden sein und nicht der Lüftung anderer Räume dienen.

Lüftungsleitungen, die der Lüftung anderer Räume dienen, müssen, soweit sie durch Heizräume führen, eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten oder selbsttätige



Absperrvorrichtungen für eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten haben und ohne Öffnungen sein.

9.2.3 Brennstofflagerraum

Die Anforderungen an den Brennstofflagerraum sind in den länderspezifischen Feuerungsverordnungen Bayern (FeuV) in § 12 und § 13 festgelegt. Es wird in eine Brennstofflagerung in und außerhalb Brennstofflagerräumen unterschieden.

Bei der Brennstofflagerung **in Brennstofflagerräumen** dürfen je Gebäude oder Brandabschnitt feste Brennstoffe in einer Menge von mehr als 15000 kg nur in besonderen Räumen (Brennstofflagerräumen) gelagert werden. Diese dürfen nicht zu anderen Zwecken genutzt werden.

Wände und Stützen von Brennstofflagerräumen sowie Decken über oder unter ihnen müssen feuerbeständig sein. Durch Decken und Wände von Brennstofflagerräumen dürfen keine Leitungen geführt werden, ausgenommen Leitungen, die zum Betrieb dieser Räume erforderlich sind sowie Heizrohrleitungen, Wasserleitungen und Abwasserleitungen. Türen von Brennstofflagerräumen, ausgenommen Türen ins Freie müssen mindestens Feuer hemmend und selbst schließend sein.

Für die Brennstofflagerung von Festbrennstoffen **außerhalb von Brennstofflagerräumen** gelten nach der FeuV Bayern keine besonderen Anforderungen. Hier sind aber die Paragrafen 12 und 14 der Verordnung über die Verhütung von Bränden (VVB) zu beachten. Dem zufolge müssen Lager brennbarer und fester Stoffe von mehr als 100m³ Lagergut im Freien mindestens 10 m von Gebäuden entfernt sein, es sei denn dass sie an überragende Brandwände angrenzen. Wenn sie mehr als 3000 m³ Lagergut enthalten, sind sie in Lager von höchstens 3000 m³ zu unterteilen, die voneinander mindestens 10 m entfernt oder durch überragende Brandwände geschieden sind. Zwischenräume zwischen Gebäuden dürfen zum Lagern brennbarer fester Stoffe nicht benutzt werden, wenn hierdurch die Gefahr einer Brandübertragung entsteht.

9.2.4 Abgasanlagen

Auch an die Abgasanlagen werden spezielle Anforderungen erhoben. Diese sind in § 7 der MFeuVO festgelegt. Im Folgenden wird näher auf die FeuV Bayern eingegangen.

Demnach sind die Abgase der Feuerstätten durch **Abgasanlagen** über Dach abzuleiten. Die Abgasanlage ist ein Oberbegriff für alle Arten der Abgasführung. Sie umfasst also alle Bauteile die der Abführung von Abgasen von der Feuerstätte bis ins Freie dienen. Abgasanlagen müssen nach lichtem Querschnitt und Höhe (soweit erforderlich auch nach Wärmedurchlaßwiderstand und innerer Oberfläche) so bemessen sein, dass die Abgase bei allen bestimmungsgemäßen Betriebszuständen ins Freie abgeführt werden und gegenüber Räumen kein gefährlicher Überdruck auftreten kann.

Die Abgase von Feuerstätten für **feste Brennstoffe** müssen in **Kamine** eingeleitet werden. Bei der Verbrennung von festen Brennstoffen kann Ruß entstehen. Lagert sich dieser Ruß

innerhalb des Schornsteins ab, kann es zu einem Rußbrand kommen. Neben den Feuerstätten für feste Brennstoffe können an einen Schornstein auch Feuerstätten für gasförmige oder flüssige Brennstoffe (Heizöl EI, Erdgas, Flüssiggas) angeschlossen werden. **Kamine** müssen:

- gegen Rußbrände beständig sein,
- in Gebäuden, in denen sie Geschosse überbrücken, eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten haben,
- unmittelbar auf dem Baugrund gegründet oder auf einem feuerbeständigen Unterbau errichtet sein; es genügt ein Unterbau aus nichtbrennbaren Baustoffen für Kamine in Gebäuden geringer Höhe, für Kamine die oberhalb der obersten Geschoßdecke beginnen sowie für Kamine an Gebäuden,
- durchgehend sein; sie dürfen insbesondere nicht durch Decken unterbrochen sein, und
- für die Reinigung Öffnungen mit Kaminreinigungsverschlüssen haben.

Im Gegensatz dazu dürfen die Abgase von Feuerstätten für **flüssige oder gasförmige Brennstoffe** auch in **Abgasleitungen** eingeleitet werden. **Abgasleitungen** sind Abgasanlagen, die nicht rußbrandbeständig sein müssen. An diese nicht rußbrandbeständige Abgasleitung dürfen nur Feuerstätten für gasförmige oder flüssige Brennstoffe (Heizöl EI, Erdgas, Flüssiggas) angeschlossen werden, da in der Regel bei dem Betrieb dieser Feuerstätten kein Ruß anfällt.

Kamine, Abgasleitungen und Verbindungsstücke, die unter **Überdruck** betrieben werden, müssen innerhalb von Gebäuden

- vollständig in vom Freien dauernd gelüfteten Räumen liegen,
- in Räumen liegen, die eine ins Freie führende Öffnung mit einem lichten Querschnitt von mindestens 150 cm^2 oder zwei Öffnungen von je 75 cm^2 oder Leitungen ins Freie mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten hat (FeuV § 3 Abs. 1 Nr. 3) oder
- der Bauart nach so beschaffen sein, dass Abgase in gefahrdrohender Menge nicht austreten können.

Verbindungsstücke dürfen nicht in Decken, Wänden oder unzugänglichen Hohlräumen angeordnet oder in andere Geschosse geführt werden.

Mehrere Feuerstätten dürfen an einen **gemeinsamen Kamin**, an eine gemeinsame Abgasleitung oder an ein gemeinsames Verbindungsstück nur angeschlossen werden, wenn



- durch die einwandfreie Ableitung der Abgase für jeden Betriebszustand sichergestellt ist,
- bei Ableitung der Abgase unter Überdruck die Übertragung von Abgasen zwischen den Aufstellräumen oder ein Austritt von Abgasen über nicht in Betrieb befindliche Feuerstätten ausgeschlossen ist und
- bei gemeinsamer Abgasleitung die Abgasleitung aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht oder eine Brandübertragung zwischen den Geschossen durch selbsttätige Absperrvorrichtungen verhindert wird.

Neben diesen Vorschriften nach § 7 der FeuV Bayern ist für die Planung und Errichtung von Kaminen (Schornsteinen) außerdem die Norm **DIN-18160-1** zu beachten.

In dieser DIN ist zum Beispiel festgelegt, dass die Mindestgeschwindigkeit der Abgase im Kamin auch bei Ausfall des gegebenenfalls vorhandenen Abgasventilators noch gegeben sein muss. Infolge dessen ist zwar eine **gemeinsame Nutzung des Kamins** für eine Öl- oder Gasfeuerung mit einer Feststofffeuerung prinzipiell möglich (sofern ein gleichzeitiger Betrieb ausgeschlossen ist), doch müssen die unterschiedlichen Anforderungen an den lichten Querschnitt des Kamins beachtet werden. Für Heizöl oder Erdgasfeuerungen in Einfamilienhäusern werden beispielsweise meist Kamine mit 12 bis 14 cm Innendurchmesser verwendet, während für Holzfeuerungen meist 18 bis 20 cm sinnvoll sind (25 bis 50 kW Nennwärmeleistung). Bei zu großen Querschnitten können die Mindestanforderungen an die Abgasgeschwindigkeit im Kamin nicht erfüllt werden.

Zusätzlich sind für eine **gemeinsame Kaminnutzung** nach der DIN 18160-1 folgende Regeln festgesetzt:

- Es dürfen maximal drei Feuerungen (für feste oder flüssige Brennstoffe) mit jeweils maximal 20 kW Nennwärmeleistung angeschlossen sein.
- Die Feuerstätten dürfen nicht gleichzeitig betrieben werden.
- Je Feuerstätte wird ein eigenes Verbindungsstück zum Kamin benötigt.
- Hinter dem Abgasstutzen der Feuerstätte ist eine senkrechte Anlaufstrecke erforderlich, d. h, dass beispielsweise bei einem Kaminofen das Rauchrohr zum Teil noch senkrecht im Wohnraum geführt
- werden muss.
- Die Verbindungsstücke dürfen nicht in gleicher Höhe in den Schornstein geführt werden und dürfen vom untersten bis zum obersten Verbindungsstück maximal 6,5 m auseinander liegen.

Ein **gleichzeitiger Betrieb** von Feuerungen, die an einem gemeinsamen Kamin angeschlossen sind, ist nur unter der Beachtung von besonderen Bedingungen nach DIN 18160-1 zulässig. Hierzu bedarf es einer baurechtlichen Ausnahmegenehmigung sowie spezieller

Nachweise über die Betriebssicherheit (z. B. Gutachten oder spezielle Typenprüfung für die jeweilige Anlagenkombination).

Auch für den **abwechselnden Betrieb** (d. h. nicht gleichzeitigen) an einem gemeinsamen Kamin werden in der Praxis meist spezielle Absperr- oder Sicherheitseinrichtungen gefordert. Bei Einzelfeuerstätten ohne Gebläse oder bei Naturzugkesseln genügt in der Regel ein Rauchrohrschieber, der verhindert, dass Abgase über die zweite bzw. dritte nicht in Betrieb befindliche Feuerung in Wohn- oder Aufstellräume gelangen können. In diesem Fall wird der Betreiber vom Kaminkehrer lediglich über die Unzulässigkeit des gleichzeitigen Betriebs informiert (gelegentlich erfolgt dies auch mit schriftlicher Bestätigung über die Kenntnisnahme). In der Praxis bedeutet diese Regelung beispielsweise, dass ein Kaminofen, der zusammen mit einem Heizölkessel an einen gemeinsamen Kamin angeschlossen ist, nur in der Übergangszeit betrieben werden darf, und auch nur dann, wenn der Heizkessel nicht gleichzeitig zur Brauchwassererwärmung verwendet wird. In solchen Fällen erfolgt die Brauchwassererwärmung nur zu bestimmten Tageszeiten (z. B. nur in den Morgenstunden bei ruhendem Kaminofenbetrieb), oder es ist eine solarthermische Brauchwasserbereitung vorhanden. Für Gebläsefeuerungen mit gemeinsamer Schornsteinbenutzung genügen solche manuell bedienten mechanischen Sperren im Rauchrohr nicht. Statt dessen wird hier meist über eine Regelung mit Temperaturfühler sichergestellt, dass die zweite Feuerung nicht in Betrieb genommen werden kann, bevor nicht die Abgastemperatur im Verbindungsstück der zuvor abgeschalteten ersten Feuerung unter einen bestimmten Wert (meist 80 °C) gesunken ist. Solche Systeme werden beispielsweise bei kombinierten Kesseln für Scheitholz mit Heizöl bzw. Erdgas verwendet. (HARTMANN & ROSSMANN 2003b)

Aufgrund der Schwierigkeiten, die bei der gemeinsamen Nutzung eines Kamins für verschiedene Feuerungen bestehen, ist es beim Neubau stets empfehlenswert, einen mehrzügigen Kamin einzubauen.

9.2.5 Kaminkehrung

Das Kehren des Kamins ist im **Schornsteinfegergesetz** vorgeschrieben und geregelt. Demnach sind die Eigentümer von Grundstücken und Räumen verpflichtet die kehr- und überprüfungspflichtigen Anlagen fristgerecht reinigen und überprüfen zu lassen. Konkreter gefasst sind die Eigentümer und Besitzer von Grundstücken und Räumen dazu verpflichtet, dem **Bezirksschornsteinfegermeister** und den bei ihm beschäftigten Personen zum Zwecke des Kehrens und der Überprüfung der kehr- und überprüfungspflichtigen Anlagen Zutritt zu den Grundstücken und Räumen zu gestatten. Das Grundrecht der Unverletzlichkeit der Wohnung (Artikel 13 des Grundgesetzes) wird insoweit eingeschränkt.

Die Häufigkeit des Kehrens und des Überprüfens von Abgasanlagen ist in der jeweiligen Kehrordnung der Länder geregelt. In Bayern ist dies z.B. in den Paragraphen § 2 und § 3 der **KÜO** (Kehr- und Überprüfungsordnung) wir folgt geregelt:

Viermal im Jahr sind zu kehren

- Rauchkamine und -kanäle von Feuerstätten für feste und flüssige Brennstoffe,

Dreimal im Jahr sind zu kehren



- Rauchkamine und -kanäle von Feuerstätten für feste oder flüssige Brennstoffe und Abgasleitungen für flüssige Brennstoffe, die nur in der üblichen Heizperiode benutzt werden, sind.

Zweimal im Jahr sind zu kehren

- die oben genannten Anlagen, wenn nur Feuerstätten für feste Brennstoffe angeschlossen sind, die gemäß §15 der Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen - 1.BImSchV - der Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490) jährlich überwacht werden,
- Rauchkamine und -kanäle, die nur zeitweise benutzt werden.

Einmal im Jahr sind zu kehren:

- die oben genannten Anlagen, wenn nur Feuerstätten für flüssige Brennstoffe angeschlossen sind, die gemäß §15 der 1.BImSchV jährlich überwacht werden,
- Rauchkamine und -kanäle, die nur selten benutzt werden,
- Rauchrohre von Feuerstätten zur zentralen Beheizung oder zentralen Warmwasserbereitung oder zur Erzeugung von Betriebs- und Wirtschaftswärme.

Neben der Kehrung werden die baurechtlich vorgeschriebenen Be- und Entlüftungseinrichtungen für den Aufstellraum der Feuerung jährlich **überprüft**. Außerdem kann es – je nach Ermessen des Kaminkehrers – erforderlich sein, dass die Kaminanlage ausgebrannt wird. Dies erfolgt dann, wenn sich die Verbrennungsrückstände (z. B. Glanzruß, Teerablagerungen) nicht mit den üblichen Kehrwerkzeugen entfernen lassen. Bei messpflichtigen Feuerungsanlagen wird außerdem eine einmalige oder eine jährlich wiederkehrende Emissionsmessung vom Bezirksschornsteinfegermeister durchgeführt.

Für die Kehrung, Lüftungsprüfung, das Ausbrennen oder die Emissionsmessung darf der Kaminkehrer nach § 24 des Schornsteinfegergesetzes **Gebühren** verlangen. Die Kehrgebühr hängt dabei von den verrichteten Tätigkeiten an den jeweiligen Einrichtungen ab. So beeinflussen z.B. Kaminhöhe und vorhandene Rauchrohre, deren Länge, die Anzahl und der Winkel der Richtungsänderungen sowie der Rauchrohrdurchmesser die Gebühr.

9.3. Brennstoffanforderungen

Über die biogenen Brennstoffe, die in Kleinfeuerungsanlagen verwendet werden können wurde bereits in Kapitel 5.1 Auskunft gegeben. Dies ist auch im Gesetz verankert. Nach § 3 (1) der BImSchV (Bundesimmissionsschutzverordnung) werden Festbrennstoffe aufgrund ihrer unterschiedlichen genehmigungsrechtlichen Beurteilung in verschiedene Gruppen eingeteilt:

3. Torfbriketts, Brenntorf

3a. Grillholzkohle, Grillholzkohlebriketts



4. naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde, beispielsweise in Form von Scheitholz, Hackschnitzeln, sowie Reisig und Zapfen

5. naturbelassenes nicht stückiges Holz, beispielsweise in Form von Sägemehl, Spänen, Schleifstaub oder Rinde

5a. Preßlinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzkohlebriketts entsprechend DIN 51731, Ausgabe Mai 1993, oder vergleichbare Holzpellets oder andere Preßlinge aus naturbelassenem Holz mit gleichwertiger Qualität

6. gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder enthalten sind und Beschichtungen nicht aus halogenorganischen Verbindungen bestehen

7. Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder enthalten sind und Beschichtungen nicht aus halogenorganischen Verbindungen bestehen

8. Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe

Die unter Nr. 4 bis 8 genannten Brennstoffe dürfen in **handbeschickten Feuerungsanlagen nur in lufttrockenem Zustand** eingesetzt werden.

Preßlinge nach Nr. 5a oder **Briketts** aus Brennstoffen nach Nr. 6 bis 8 dürfen nicht unter Verwendung von Bindemitteln hergestellt sein. Ausgenommen davon sind Bindemittel aus Stärke, pflanzlichem Paraffin oder aus Melasse. Über die Normierung (DIN, ÖNORM) und Zertifizierung (DINplus) von Pellets wird an dieser stelle auf Kapitel 5.1.3 verwiesen.

Nicht näher definiert ist der Begriff „**strohähnlich**“ (Ziffer 8). Gemäß der Interpretation der zuständigen Behörden handelt es sich hierbei um Energiepflanzen wie z. B. Schilf, Elefantengras, Heu oder Maisspindeln. Getreidekörner fallen demnach nicht unter die Brennstoffziffer 8, das Gleiche gilt auch für tierisches Einstreumaterial.

In Zukunft interessant für den Installateur könnten auch die Inhalte der **Biomasseverordnung** (BiomasseV) werden. Diese Verordnung regelt für den Anwendungsbereich des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, welche Stoffe als Biomasse gelten, welche technischen Verfahren zur **Stromerzeugung** aus Biomasse in den Anwendungsbereich des Gesetzes fallen und welche Umweltanforderungen bei der Erzeugung von Strom aus Biomasse einzuhalten sind. Momentan ist die Stromerzeugung aus Biomasse zwar noch nicht im Leistungsspektrum des typischen SHK-Installateurs, mit weiterer Verbreitung von Mini-BHKWs (Blockheizkraftwerken und KWK (Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) könnte es aber zukünftig für den Installateur von Bedeutung sein. Deshalb sei im Folgenden kurz auf die Definition von Biomasse nach § 2 der BiomasseV eingegangen.

Demnach sind Biomasse im Sinne dieser Verordnung Energieträger aus Phyto- und Zoomasse. Hierzu gehören auch aus Phyto- und Zoomasse resultierende Folge- und Nebenprodukte, Rückstände und Abfälle, deren Energiegehalt aus Phyto- und Zoomasse stammt:

- Pflanzen und Pflanzenbestandteile,



- aus Pflanzen oder Pflanzenbestandteilen hergestellte Energieträger, deren sämtliche Bestandteile und Zwischenprodukte aus Biomasse im Sinne des Absatzes 1 erzeugt wurden,
- Abfälle und Nebenprodukte pflanzlicher und tierischer Herkunft aus der Land-, Forst- und Fischwirtschaft,
- Bioabfälle im Sinne von §2 Nr. 1 der Bioabfallverordnung,
- aus Biomasse im Sinne des Absatzes 1 durch Vergasung oder Pyrolyse erzeugtes Gas und daraus resultierende Folge- und Nebenprodukte,
- aus Biomasse im Sinne des Absatzes 1 erzeugte Alkohole, deren Bestandteile, Zwischen-, Folge- und Nebenprodukte aus Biomasse erzeugt wurden,
- Altholz, bestehend aus Gebrauchtholz (gebrauchte Erzeugnisse aus Holz, Holzwerkstoffe oder Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil) oder Industrierestholz (in Betrieben der Holzbe- oder -verarbeitung anfallende Holzreste sowie in Betrieben der Holzwerkstoffindustrie anfallende Holzwerkstoffreste), das als Abfall anfällt, sofern nicht Satz 2 entgegensteht oder das Altholz gemäß §3 Nr. 4 von der Anerkennung als Biomasse ausgeschlossen ist,
- aus Altholz im Sinne von Nummer 1 erzeugtes Gas, sofern nicht Satz 3 .entgegensteht oder das Altholz gemäß §3 Nr. 4 von der Anerkennung als Biomasse ausgeschlossen ist,
- Pflanzenölmethylester, sofern nicht Satz 4 entgegensteht,
- Treibsel aus Gewässerpflege, Uferpflege und -reinhaltung,
- durch anaerobe Vergärung erzeugtes Biogas, sofern zur Vergärung nicht Stoffe nach §3 Nr. 3, 7, 9 oder mehr als 10 Gewichtsprozent Klärschlamm eingesetzt werden.

9.4. Emissionsrelevante Anforderungen

Die emissionsrelevanten Anforderungen an Feuerungsanlagen sind in der Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) festgelegt.

Nach § 4 (1) der BImSchV sind Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe im Dauerbetrieb grundsätzlich so zu betreiben, dass ihre **Abgasfahne** heller ist als der Grauwert 1 der so genannten Ringelmann-Skala (Abbildung 65). Die Ringelmann-Skala umfasst sechs Felder die von weiß über verschiedene Graustufen zu Schwarz reichen. Der Anteil schwarzer Färbung beträgt in den Feldern

Feld 0:	Weiß	
Feld 1:	Grauwert 1 =	20 %
Feld 2:	Grauwert 2 =	40 %



Feld 3: Grauwert 3 = 60 %

Feld 4: Grauwert 4 = 80 %

Feld 5: Schwarz

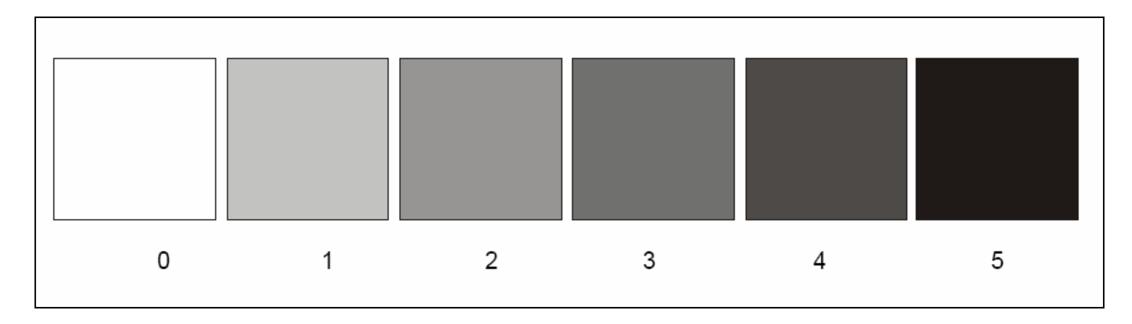


Abbildung 65: Ringelmann-Skala nach Anlage I der 1. BImSchV (Graustufung kann aufgrund von Druckfehlern nicht ganz dem wahren wert entsprechen!)

Außerdem dürfen Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe nur mit Brennstoffen betrieben werden, für deren Einsatz sie nach den Angaben des Herstellers geeignet sind. Errichtung und Betrieb haben sich nach der **Anweisung des Herstellers** zu richten. Offene Kamine dürfen nur gelegentlich betrieben werden. In ihnen darf nur naturbelassenes stückiges Holz nach oder Presslinge in Form von Holzbriketts eingesetzt werden.

In der 1. BImSchV wird unterschieden zwischen Anlagen, deren Nennwärmeleistung kleiner (gleich) als 15 kW sind und in Anlagen deren Nennwärmeleistung größer als 15 kW ist. Für größere Anlagen über 1 MW (bzw. 100 kW für halmgutartige Brennstoffe) gelten die Vorschriften der **TA-Luft** (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft.

Für Anlagen **bis 15 kW** Nennwärmeleistung wurden keine Emissionsbegrenzungen festgelegt. Daher besteht hier auch keine Messpflicht. Sie dürfen nur mit naturbelassenem stückigem Holz einschließlich anhaftender Rinde, (beispielsweise in Form von Scheitholz, Hackschnitzeln), Reisig, Zapfen und Preßlingen aus naturbelassenem Holz betrieben werden.

Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung **über 15 kW** sind so zu errichten, dass sie die in Tabelle 18 und Tabelle 19 erwähnten Begrenzungen einhalten.

Anlagenleistung	Bezugssauerstoff Vol. % O2	CO (g/Nm³)	Staub (mg/Nm³)
bis15 kW	keine Begrenzung		
15 - < 50 kW	13	4	150
50 - < 150 kW	13	2	150
150 - < 500 kW	13	1	150
500 - < 1000 kW	13	0,5	150

15 - < 100 kW für Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe	13	4	150

Tabelle 18: Emissionsgrenzwerte bei der Verfeuerung von naturbelassenen, biogenen Festbrennstoffen und halmgutartigen Brennstoffen nach BImSchV

Anlagenleistung	Bezugssauerstoff Vol. % O2	CO (g/Nm³)	Staub (mg/Nm³)
< 50 kW	Brennstoffe nicht zugelassen		
50 - 100 kW	13	0,8	150
> 100-500 kW	13	0,5	150
500 - < 1000 kW	13	0,3	150

Tabelle 19: Emissionsgrenzwerte bei der Verfeuerung von *gestrichenem, lackiertem oder beschichtetem Holz und Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder verleimtem Holz in Anlagen der holzbe- und –verarbeitenden Betriebe* nach BImSchV

9.5. Gesetzesgrundlagen (Auszüge)

9.5.1 Musterbauordnung

Musterbauordnung (MBO) Fassung von November 2002

§ 14 Brandschutz

Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

§ 17 Bauprodukte

(1) [1]Bauprodukte dürfen für die Errichtung, Änderung und Instandhaltung baulicher Anlagen nur verwendet werden, wenn sie für den Verwendungszweck

1. von den nach Absatz 2 bekannt gemachten technischen Regeln nicht oder nicht wesentlich abweichen (geregelte Bauprodukte) oder nach Absatz 3 zulässig sind und wenn sie aufgrund des Übereinstimmungsnachweises nach § 22 das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) tragen oder
2. nach den Vorschriften

   a) des Bauproduktengesetzes (BauPG),

   b) zur Umsetzung der Richtlinie 89/106 EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (Bauproduktenrichtlinie) vom 21. Dezember 1988 (ABl. EG Nr. L 40 S. 12), geändert durch Art. 4 der Richtlinie 93/68/EWG des Rates vom 22. Juli 1993 (ABl. EG Nr. L 220 S. 1), durch andere Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaften und andere Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum oder

   c) zur Umsetzung sonstiger Richtlinien der Europäischen Gemeinschaften, soweit diese die wesentlichen Anforderungen nach § 5 Abs. 1 BauPG berücksichtigen,



in den Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen, insbesondere das Zeichen der Europäischen Gemeinschaften (CE-Kennzeichnung) tragen und dieses Zeichen die nach Absatz 7 Nr. 1 festgelegten Klassen- und Leistungsstufen ausweist oder die Leistung des Bauprodukts angibt.

[2]Sonstige Bauprodukte, die von allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht abweichen, dürfen auch verwendet werden, wenn diese Regeln nicht in der Bauregelliste A bekannt gemacht sind. 3Sonstige Bauprodukte, die von allgemein anerkannten Regeln der Technik abweichen, bedürfen keines Nachweises ihrer Verwendbarkeit nach Absatz 3.

(2) [1]Das Deutsche Institut für Bautechnik macht im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde für Bauprodukte, für die nicht nur die Vorschriften nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 2 maßgebend sind, in der Bauregelliste A die technischen Regeln bekannt, die zur Erfüllung der in diesem Gesetz und in Vorschriften aufgrund dieses Gesetzes an bauliche Anlagen gestellten Anforderungen erforderlich sind. [2]Diese technischen Regeln gelten als Technische Baubestimmungen im Sinne des § 3 Abs. 3 Satz 1.

(3) [1]Bauprodukte, für die technische Regeln in der Bauregelliste A nach Absatz 2 bekanntgemacht worden sind und die von diesen wesentlich abweichen oder für die es Technische Baubestimmungen oder allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht gibt (nicht geregelte Bauprodukte), müssen

1. eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (§ 18),
2. ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (§ 19) oder
3. eine Zustimmung im Einzelfall (§ 20)

haben.

[2]Ausgenommen sind Bauprodukte, die für die Erfüllung der Anforderungen dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes nur eine untergeordnete Bedeutung haben und die das Deutsche Institut für Bautechnik im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde in einer Liste C öffentlich bekannt gemacht hat.

(4) Die oberste Bauaufsichtsbehörde kann durch Rechtsverordnung vorschreiben, dass für bestimmte Bauprodukte, auch soweit sie Anforderungen nach anderen Rechtsvorschriften unterliegen, hinsichtlich dieser Anforderungen bestimmte Nachweise der Verwendbarkeit und bestimmte Übereinstimmungsnachweise nach Maßgabe der §§ 17 bis 20 und der §§ 22 bis 25 zu führen sind, wenn die anderen Rechtsvorschriften diese Nachweise verlangen oder zulassen.

(5) [1]Bei Bauprodukten nach Absatz 1 Nr. 1, deren Herstellung in außergewöhnlichem Maß von der Sachkunde und Erfahrung der damit betrauten Personen oder von einer Ausstattung mit besonderen Vorrichtungen abhängt, kann in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, in der Zustimmung im Einzelfall oder durch Rechtsverordnung der obersten Bauaufsichtsbehörde vorgeschrieben werden, dass der Hersteller über solche Fachkräfte und Vorrichtungen verfügt und den Nachweis hierüber gegenüber einer Prüfstelle nach § 25 zu erbringen hat. 2In der Rechtsverordnung können Mindestanforderungen an die Ausbildung, die durch Prüfung nachzuweisende Befähigung und die Ausbildungsstätten einschließlich der Anerkennungsvoraussetzungen gestellt werden.

(6) Für Bauprodukte, die wegen ihrer besonderen Eigenschaften oder ihres besonderen Verwendungszwecks einer außergewöhnlichen Sorgfalt bei Einbau, Transport, Instandhaltung oder Reinigung bedürfen, kann in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, in der Zustimmung im Einzelfall oder durch Rechtsverordnung der obersten Bauaufsichtsbehörde die Überwachung dieser Tätigkeiten durch eine Überwachungsstelle nach § 25 vorgeschrieben werden.

(7) Das Deutsche Institut für Bautechnik kann im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde in der Bauregelliste B

1. festlegen, welche der Klassen und Leistungsstufen, die in Normen, Leitlinien oder europäischen technischen Zulassungen nach dem Bauproduktengesetz oder in anderen Vorschriften zur Umsetzung von Richtlinien der Europäischen Gemeinschaften enthalten sind, Bauprodukte nach Absatz 1 Nr. 2 erfüllen müssen, und
2. bekannt machen, inwieweit andere Vorschriften zur Umsetzung von Richtlinien der Europäischen Gemeinschaften die wesentlichen Anforderungen nach § 5 Abs. 1 BauPG nicht berücksichtigen.



§ 40 Leitungsanlagen, Installationsschächte und -kanäle

(1) Leitungen dürfen durch raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind; dies gilt nicht für Decken

1. in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2,
2. innerhalb von Wohnungen,
3. innerhalb derselben Nutzungseinheit mit nicht mehr als insgesamt 400 m² in nicht mehr als zwei Geschossen.

(2) In notwendigen Treppenräumen, in Räumen nach § 35 Abs. 3 Satz 3 und in notwendigen Fluren sind Leitungsanlagen nur zulässig, wenn eine Nutzung als Rettungsweg im Brandfall ausreichend lang möglich ist.

(3) Für Installationsschächte und –kanäle gelten Absatz 1 sowie § 41 Abs. 2 Satz 1 und Abs. 3 entsprechend.

§ 41 Lüftungsanlagen

(1) Lüftungsanlagen müssen betriebssicher und brandsicher sein; sie dürfen den ordnungsgemäßen Betrieb von Feuerungsanlagen nicht beeinträchtigen.

(2) [1]Lüftungsleitungen sowie deren Bekleidungen und Dämmstoffe müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen; brennbare Baustoffe sind zulässig, wenn ein Beitrag der Lüftungsleitung zur Brandentstehung und Brandweiterleitung nicht zu befürchten ist. [2]Lüftungsleitungen dürfen raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur überbrücken, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder wenn Vorkehrungen hiergegen getroffen sind.

(3) Lüftungsanlagen sind so herzustellen, dass sie Gerüche und Staub nicht in andere Räume übertragen.

(4) [1]Lüftungsanlagen dürfen nicht in Abgasanlagen eingeführt werden; die gemeinsame Nutzung von Lüftungsleitungen zur Lüftung und zur Ableitung der Abgase von Feuerstätten ist zulässig, wenn keine Bedenken wegen der Betriebssicherheit und des Brandschutzes bestehen. [2]Die Abluft ist ins Freie zu führen. [3]Nicht zur Lüftungsanlage gehörende Einrichtungen sind in Lüftungsleitungen unzulässig.

(5) Die Absätze 2 und 3 gelten nicht

1. für Gebäude der Gebäudeklassen 1 und 2,
2. innerhalb von Wohnungen,
3. innerhalb derselben Nutzungseinheit mit nicht mehr als 400 m² in nicht mehr als zwei Geschossen.

(6) Für raumlufttechnische Anlagen und Warmluftheizungen gelten die Absätze 1 bis 5 entsprechend.

§ 42 Feuerungsanlagen, sonstige Anlagen zur Wärmeerzeugung, Brennstoffversorgung

(1) Feuerstätten und Abgasanlagen (Feuerungsanlagen) müssen betriebssicher und brandsicher sein.

(2) Feuerstätten dürfen in Räumen nur aufgestellt werden, wenn nach der Art der Feuerstätte und nach Lage, Größe, baulicher Beschaffenheit und Nutzung der Räume Gefahren nicht entstehen.

(3) [1]Abgase von Feuerstätten sind durch Abgasleitungen, Schornsteine und Verbindungsstücke (Abgasanlagen) so abzuführen, dass keine Gefahren oder unzumutbaren Belästigungen entstehen. [2]Abgasanlagen sind in solcher Zahl und Lage und so herzustellen, dass die Feuerstätten des Gebäudes ordnungsgemäß angeschlossen werden können. [3]Sie müssen leicht gereinigt werden können.

(4) 1Behälter und Rohrleitungen für brennbare Gase und Flüssigkeiten müssen betriebssicher und brandsicher sein. 2Diese Behälter sowie feste Brennstoffe sind so aufzustellen oder zu lagern, dass keine Gefahren oder unzumutbaren Belästigungen entstehen.

(5) Für die Aufstellung von ortsfesten Verbrennungsmotoren, Blockheizkraftwerken, Brennstoffzellen und Verdichtern sowie die Ableitung ihrer Verbrennungsgase gelten die Absätze 1 bis 3 entsprechend.



§ 61 Verfahrensfreie Bauvorhaben, Beseitigung von Anlagen

(1) Verfahrensfrei sind

…

2. Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung:

a) Abgasanlagen in und an Gebäuden sowie freistehende Abgasanlagen mit einer Höhe bis zu 10 m,

b) Solarenergieanlagen und Sonnenkollektoren in und an Dach- und Außenwandflächen sowie gebäudeunabhängig mit einer Höhe bis zu 3 m und einer Gesamtlänge bis zu 9 m,

c) sonstige Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung;

…

(2) Verfahrensfrei ist die Änderung der Nutzung von Anlagen, wenn

1. für die neue Nutzung keine anderen öffentlich-rechtlichen Anforderungen als für die bisherige Nutzung in Betracht kommen oder
2. die Errichtung oder Änderung der Anlagen nach Absatz 1 verfahrensfrei wäre.

(3) 1Verfahrensfrei ist die Beseitigung von

1. Anlagen nach Absatz 1,
2. freistehenden Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 3,
3. sonstigen Anlagen, die keine Gebäude sind, mit einer Höhe bis zu 10 m.

…

(4) Verfahrensfrei sind Instandhaltungsarbeiten.

…

§ 62 Genehmigungsfreistellung

(1) Keiner Genehmigung bedarf unter den Voraussetzungen des Absatzes 2 die Errichtung, Änderung und Nutzungsänderung

[A] baulicher Anlagen, die keine Sonderbauten sind,

[B] von

a) Wohngebäuden,

b) sonstigen Gebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3,

c) sonstigen baulichen Anlagen, die keine Gebäude sind,

d) Nebengebäuden und Nebenanlagen zu Bauvorhaben nach den Buchstaben a bis c, ausgenommen Sonderbauten,

[C] von

a) Wohngebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3,

b) sonstigen Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2,

c) sonstigen baulichen Anlagen, die keine Gebäude sind,

d) Nebengebäuden und Nebenanlagen zu Bauvorhaben nach den Buchstaben a bis c, ausgenommen Sonderbauten,

[D] von

a) Wohngebäuden,

b) sonstigen baulichen Anlagen, die keine Gebäude sind,



c) Nebengebäuden und Nebenanlagen zu Bauvorhaben nach den Buchstaben a und b, ausgenommen Sonderbauten,

[E] von

a) Wohngebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3,

b) sonstigen baulichen Anlagen, die keine Gebäude sind,

c) Nebengebäuden und Nebenanlagen zu Bauvorhaben nach den Buchstaben

a und b,

ausgenommen Sonderbauten,

[F] von

a) Wohngebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2,

b) sonstigen baulichen Anlagen, die keine Gebäude sind,

c) Nebengebäuden und Nebenanlagen zu Bauvorhaben nach den Buchstaben a und b, ausgenommen Sonderbauten.

(2) Nach Absatz 1 ist ein Bauvorhaben genehmigungsfrei gestellt, wenn

1. es im Geltungsbereich eines Bebauungsplans im Sinne des § 30 Abs. 1 oder der §§ 12, 30 Abs. 2 des Baugesetzbuchs (BauGB) liegt,
2. es den Festsetzungen des Bebauungsplans nicht widerspricht,
3. die Erschließung im Sinne des BauGB gesichert ist und
4. die Gemeinde nicht innerhalb der Frist nach Absatz 3 Satz 2 erklärt, dass das vereinfachte Baugenehmigungsverfahren durchgeführt werden soll oder eine vorläufige Untersagung nach § 15 Abs. 1 Satz 2 BauGB beantragt.

(3) 1Der Bauherr hat die erforderlichen Unterlagen bei der Gemeinde einzureichen; die Gemeinde legt, soweit sie nicht selbst Bauaufsichtsbehörde ist, eine Fertigung der Unterlagen unverzüglich der unteren Bauaufsichtsbehörde vor. 2Mit dem Bauvorhaben darf einen Monat nach Vorlage der erforderlichen Unterlagen bei der Gemeinde begonnen werden. 3Teilt die Gemeinde dem Bauherrn vor Ablauf der Frist schriftlich mit, dass kein Genehmigungsverfahren durchgeführt werden soll und sie eine Untersagung nach § 15 Abs. 1 Satz 2 BauGB nicht beantragen wird, darf der Bauherr mit der Ausführung des Bauvorhabens beginnen; von der Mitteilung nach Halbsatz 1 hat die Gemeinde die Bauaufsichtsbehörde zu unterrichten. 4Will der Bauherr mit der Ausführung des Bauvorhabens mehr als drei Jahre, nachdem die Bauausführung nach den Sätzen 2 und 3 zulässig geworden ist, beginnen, gelten die Sätze 1 bis 3 entsprechend.

(4) 1Die Erklärung der Gemeinde nach Absatz 2 Nr. 4 erste Alternative kann insbesondere deshalb erfolgen, weil sie eine Überprüfung der sonstigen Voraussetzungen des Absatzes 2 oder des Bauvorhabens aus anderen Gründen für erforderlich hält. 2Darauf, dass die Gemeinde von ihrer Erklärungsmöglichkeit keinen Gebrauch macht, besteht kein Rechtsanspruch. 3Erklärt die Gemeinde, dass das vereinfachte Baugenehmigungsverfahren durchgeführt werden soll, hat sie dem Bauherrn die vorgelegten Unterlagen zurückzureichen. 4Hat der Bauherr bei der Vorlage der Unterlagen bestimmt, dass seine Vorlage im Fall der Erklärung nach Absatz 2 Nr. 4 als Bauantrag zu behandeln ist, leitet sie die Unterlagen gleichzeitig mit der Erklärung an die Bauaufsichtsbehörde weiter.

(5) 1§ 66 bleibt unberührt. 2§§ 68 Abs. 2 Satz 1, Abs. 4 Sätze 1 und 2, 72 Abs. 6 Nr. 2, Abs. 7 und 8 sind entsprechend anzuwenden.

http://www.is-argebau.de/lbo/VTMB100.pdf

9.5.2 Bauverordnung Bayern (BayBO)

Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. August 1997 (Fundstelle: GVBl 1997, S. 433) Zuletzt geändert am 26.07.2005, GVBl 2005, S. 287

Art. 15 Brandschutz

(1) Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und zu unterhalten, daß der Entstehung und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren und wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Art. 40 Lüftungsanlagen, Installationsschächte und -kanäle, Leitungsanlagen

(1) 1 Leitungen dürfen durch Brandwände, durch Wände an Stelle von Brandwänden, durch Treppenraumwände sowie durch Trennwände und Decken, für die eine Feuerwiderstandsdauer vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden, wenn eine Übertragung von Feuer und Rauch nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind; das gilt nicht für Decken innerhalb von Wohnungen. 2 In Treppenräumen notwendiger Treppen und in notwendigen Fluren sind Leitungsanlagen nur zulässig, wenn keine Bedenken wegen des Brandschutzes bestehen.

(2) Lüftungsanlagen müssen betriebssicher und brandsicher sein; sie dürfen den ordnungsgemäßen Betrieb von Feuerungsanlagen nicht beeinträchtigen.

(3) Lüftungsanlagen, außer in Gebäuden geringer Höhe, und Lüftungsanlagen, die Brandwände überbrücken, sind so herzustellen, daß Feuer und Rauch nicht in Treppenräume, andere Brandabschnitte oder andere Geschosse übertragen werden können.

(4) 1 Lüftungsanlagen sind so anzuordnen und herzustellen, daß sie Gerüche und Staub nicht in andere Räume übertragen. 2 Die Weiterleitung von Schall in fremde Räume muß gedämmt sein.

(5) 1 Lüftungsleitungen dürfen nicht in Kamine eingeführt werden. 2 Lüftungsleitungen dürfen gemeinsam zur Lüftung und zur Ableitung von Abgasen von Gasfeuerstätten benutzt werden, wenn sie den Anforderungen an diese Abgasanlagen entsprechen. 3 Die Abluft ist ins Freie zu führen. 4 Nicht zur Lüftungsanlage gehörende Einrichtungen sind in Lüftungsleitungen unzulässig.

(6) Lüftungsschächte, die aus Mauerstein oder aus Formstücken für Rauchkamine hergestellt sind, müssen den Anforderungen an Rauchkamine entsprechen und gekennzeichnet werden.

(7) Für raumlufttechnische Anlagen und Warmluftheizungen gelten die Absätze 1 bis 6 sinngemäß.

(8) 1 Installationsschächte und -kanäle sind aus nichtbrennbaren Baustoffen herzustellen. 2 Absatz 3 gilt sinngemäß. 3 Die Weiterleitung von Schall in fremde Räume muß gedämmt sein.

Art. 41 Feuerungsanlagen, Wärme- und Brennstoffversorgungsanlagen

(1) 1 Feuerstätten, Verbindungsstücke und Kamine oder andere Abgasanlagen (Feuerungsanlagen) sowie Behälter und Rohrleitungen für brennbare Gase und Flüssigkeiten müssen betriebssicher und brandsicher sein. 2 Die Weiterleitung von Schall in fremde Räume muß ausreichend gedämmt sein. 3 Verbindungsstücke sowie Kamine und andere Abgasanlagen müssen leicht und sicher zu reinigen sein. 4 Abgasanlagen von Gasfeuerstätten müssen gekennzeichnet sein.

(2) Für die Anlagen zur Verteilung von Wärme und zur Warmwasserversorgung gelten Absatz 1 Sätze 1 und 2 sinngemäß.

(3) Feuerstätten, ortsfeste Verbrennungsmotoren und Verdichter sowie Behälter für brennbare Gase und Flüssigkeiten dürfen nur in Räumen aufgestellt werden, bei denen nach Lage, Größe, baulicher Beschaffenheit und Benutzungsart Gefahren nicht entstehen.

(4) Abgase von Feuerstätten sowie ortsfester Verbrennungsmotoren sind durch Verbindungsstücke und Kamine oder andere Abgasanlagen oder dichte Leitungen so ins Freie zu führen, daß Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.



(5) 1 Kamine und andere Abgasanlagen sind in solcher Zahl und Lage herzustellen, daß die Feuerstätten des Gebäudes ordnungsgemäß angeschlossen werden können. 2 Für Einzelfeuerstätten, die zusätzlich zu einer zentralen Heizungsanlage aufgestellt werden sollen, muß der Anschluß an einen eigenen Rauchkamin möglich sein, der nicht zugleich der zentralen Heizungsanlage dient.

(6) Brennstoffe sind so zu lagern, daß Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.

Art. 62 Genehmigungspflichtige Vorhaben

1 Genehmigungspflichtig sind die Errichtung, die Änderung oder die Nutzungsänderung baulicher Anlagen, soweit in Art. 63, 64, 85, 86 und 87 nichts anderes bestimmt ist. 2 Eine Nutzungsänderung liegt auch dann vor, wenn einer baulichen Anlage eine andere Zweckbestimmung gegeben wird.

Art. 63 Ausnahmen von der Genehmigungspflicht für die Errichtung und Änderung

2. folgender Feuerungs- und anderer Energieerzeugungsanlagen:

a) Feuerstätten mit einer Nennwärmeleistung bis zu 50 kW einschließlich der Erneuerung und Modernisierung von Feuerstätten mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 50 kW ohne wesentliche Erhöhung der Leistung,

b) Wärmepumpen,

c) Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlagen in der Dachfläche, in der Fassade oder auf Flachdächern, im übrigen bis zu einer Fläche von 9 m²,

9.5.3 FeuV Bayern

Auf Grund des Art.90 Abs. 1 Nr. 2 der Bayerischen Bauordnung (BayBO) erlässt das Bayerische Staatsministerium des Innern folgende Verordnung:

Verordnung über Feuerungsanlagen, Wärme- und Brennstoffversorgungsanlagen FeuV – Feuerungsverordnung in Bayern. Vom 6. März 1998 (GVBl. 1998 S. 112; 19.7.2005 S. 31005)

§ 1 Einschränkung des Anwendungsbereichs

Für Feuerstätten, Wärmepumpen und Blockheizkraftwerke gilt die Verordnung nur, soweit diese Anlagen der Raumbeheizung oder der Brauchwassererwärmung dienen oder Gas-Haushalts-Kochgeräte sind.

§ 2 Begriffe

(1) Als Nennwärmeleistung gilt

1. die auf dem Typenschild der Feuerstätte angegebene Leistung,
2. die in den Grenzen des auf dem Typenschild angegebenen Wärmeleistungsbereichs festeingestellte höchste Leistung der Feuerstätte oder
3. bei Feuerstätten ohne Typenschild die nach der aus dem Brennstoffdurchsatz mit einem Wirkungsgrad von 80 v.H. ermittelte Leistung.

(2) Gesamtnennwärmeleistung ist die Summe der Nennwärmeleistungen der Feuerstätten, die gleichzeitig betrieben werden können.

(3) Abgasanlagen sind Abgasleitungen, Verbindungsstücke und Kamine. Abgasleitungen sind Abgasanlagen zur Ableitung von Abgasen von Feuerstätten für flüssige oder gasförmige Brennstoffe. Kamine sind rußbrandbeständige Abgasanlagen.

§ 3 Verbrennungsluftversorgung von Feuerstätten



(1) Für raumluftabhängige Feuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung bis zu 35 kW gilt die Verbrennungsluftversorgung als nachgewiesen, wenn die Feuerstätten in einem Raum aufgestellt sind, der

1. mindestens eine Tür ins Freie oder ein Fenster, das geöffnet werden kann (Räume mit Verbindung zum Freien), und einen Rauminhalt von mindestens 4 m3 je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung hat,
2. mit anderen Räumen mit Verbindung zum Freien nach Maßgabe des Absatzes 2 verbunden sind (Verbrennungsluftverbund) oder
3. eine ins Freie führende Öffnung mit einem lichten Querschnitt von mindestens 150 cm2 oder zwei Öffnungen von je 75 cm2 oder Leitungen ins Freie mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten hat.

(2) Der Verbrennungsluftverbund im Sinn des Absatzes 1 Nr. 2 zwischen dem Aufstellraum und Räumen mit Verbindung zum Freien muß durch Verbrennungsluftöffnungen von mindestens 150 cm2 zwischen den Räumen hergestellt sein. Bei der Aufstellung von Feuerstätten in Nutzungseinheiten, wie Wohnungen, dürfen zum Verbrennungsluftverbund nur Räume derselben Wohnung oder Nutzungseinheit gehören. Der Gesamtrauminhalt der Räume, die zum Verbrennungsluftverbund gehören, muß mindestens 4 m3 je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung der Feuerstätten betragen. Räume ohne Verbindung zum Freien sind auf den Gesamtrauminhalt nicht anzurechnen.

(3) Für raumluftabhängige Feuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung von mehr als 35 kW und nicht mehr als 50 kW gilt die Verbrennungsluftversorgung als nachgewiesen, wenn die Feuerstätten in Räumen aufgestellt sind, die die Anforderungen nach Absatz 1 Nr. 3 erfüllen.

(4) Für raumluftabhängige Feuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung von mehr als 50 kW gilt die Verbrennungsluftversorgung als nachgewiesen, wenn die Feuerstätten in Räumen aufgestellt sind, die eine ins Freie führende Öffnung oder Leitung haben. Der Querschnitt der Öffnung muß mindestens 150 cm2 und für jedes über 50 kW Nennwärmeleistung hinausgehende kW Nennwärmeleistung 2 cm2 mehr betragen. Leitungen müssen strömungstechnisch äquivalent bemessen sein. Der erforderliche Querschnitt darf auf höchstens zwei Öffnungen oder Leitungen aufgeteilt sein.

(5) Verbrennungsluftöffnungen und -leitungen dürfen nicht verschlossen oder zugestellt werden, sofern nicht durch besondere Sicherheitseinrichtungen gewährleistet ist, daß die Feuerstätten nur bei geöffnetem Verschluß betrieben werden können. Der erforderliche Querschnitt darf durch den Verschluß oder durch Gitter nicht verengt werden.

(6) Abweichend von den Absätzen 1 bis 4 kann für raumluftabhängige Feuerstätten eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung auf andere Weise nachgewiesen werden.

(7) Die Absätze 1 und 2 gelten nicht für Gas-Haushalts-Kochgeräte. Die Absätze 1 bis 4 gelten nicht für offene Kamine.

§ 4 Aufstellung von Feuerstätten

(1) Feuerstätten dürfen nicht aufgestellt werden

1. in Treppenräumen, außer in Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen,
2. in notwendigen Fluren,
3. in Garagen, ausgenommen raumluftunabhängige Gasfeuerstätten.

(2) Raumluftabhängige Feuerstätten dürfen in Räumen, Wohnungen oder Nutzungseinheiten vergleichbarer Größe, aus denen Luft mit Hilfe von Ventilatoren, wie Lüftungs- oder Warmluftheizungsanlagen, Dunstabzugshauben, Abluft-Wäschetrockner, abgesaugt wird, nur aufgestellt werden, wenn

1. ein gleichzeitiger Betrieb der Feuerstätten und der luftabsaugenden Anlagen durch Sicherheitseinrichtungen verhindert wird,
2. die Abgasführung durch besondere Sicherheitseinrichtungen überwacht wird,
3. die Abgase der Feuerstätten über luftabsaugenden Anlagen abgeführt werden oder



4. durch die Bauart oder die Bemessung der luftabsaugenden Anlagen sichergestellt ist, daß kein gefährlicher Unterdruck entstehen kann.

(3) Raumluftabhängige Gasfeuerstätten mit Strömungssicherung mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 7 kW dürfen in Wohnungen und Nutzungseinheiten vergleichbarer Größe nur aufgestellt werden, wenn durch besondere Einrichtungen an den Feuerstätten sichergestellt ist, daß Abgase in gefahrdrohender Menge nicht in den Aufstellraum eintreten können. Das gilt nicht für Feuerstätten, deren Aufstellräume ausreichend gelüftet sind und gegenüber anderen Räumen keine Öffnungen, ausgenommen Öffnungen für Türen, haben; die Türen müssen dicht- und selbstschließend sein.

(4) Gasfeuerstätten ohne besondere Vorrichtungen zur Vermeidung von Ansammlungen unverbrannter Gase in gefahrdrohender Menge (Flammenüberwachung) dürfen nur in Räumen aufgestellt werden, bei denen durch mechanische Lüftungsanlagen sichergestellt ist, daß während des Betriebs der Feuerstätten stündlich mindestens ein fünffacher Luftwechsel sichergestellt ist; für Gas-Haushalts-Kochgeräte genügt ein Außenluftvolumenstrom von 100 m3/h.

(5) Gasfeuerstätten ohne Abgasanlage nach § 7 Abs. 3 Nr. 3 dürfen in Räumen nur aufgestellt werden, wenn die besonderen Sicherheitseinrichtungen der Feuerstätten Verhindern, daß die Kohlenmonoxid-Konzentration in den Aufstellräumen einen Wert von 30 ppm überschreitet.

(6) Brennstoffleitungen müssen unmittelbar vor in Räumen aufgestellten Gasfeuerstätten mit einer Vorrichtung ausgerüstet sein, die

1. bei einer äußeren thermischen Beanspruchung von mehr als 100 °C die weitere Brennstoffzufuhr selbsttätig absperrt und
2. so beschaffen ist, daß bis zu einer Temperatur von
3. 650 °C über einen Zeitraum von mindestens 30 Minuten nicht mehr als 30 l/h, gemessen als Luftvolumenstrom, durch- oder ausströmen können.

Dies gilt nicht, wenn die Gasfeuerstätten bereits entsprechend ausgerüstet sind.

(7) Feuerstätten für Flüssiggas (Propan, Butan und deren Gemische) dürfen in Räumen, deren Fußboden an jeder Stelle mehr als 1 m unter der Geländeoberfläche liegt, nur aufgestellt werden, wenn

1. die Feuerstätten eine Flammenüberwachung haben und
2. sichergestellt ist, daß auch bei abgeschalteter Feuerungseinrichtung Flüssiggas aus den im Aufstellraum befindlichen Brennstoffleitungen in gefahrdrohender Menge nicht austreten kann oder über eine mechanische Lüftungsanlage sicher abgeführt wird.

(8) Feuerstätten müssen von Bauteilen aus brennbaren Baustoffen und von Einbaumöbeln so weit entfernt oder so abgeschirmt sein, daß an diesen bei Nennwärmeleistung der Feuerstätten keine höheren Temperaturen als 85 °C auftreten können. Andernfalls muß ein Abstand von mindestens 40 cm eingehalten werden.

(9) Vor den Feuerungsöffnungen von Feuerstätten für feste Brennstoffe sind Fußböden aus brennbaren Baustoffen durch einen Belag aus nichtbrennbaren Baustoffen zu schützen. Der Belag muß sich nach vorn auf mindestens 50 cm und seitlich auf mindestens 30 cm über die Feuerungsöffnung hinaus erstrecken.

(10) Bauteile aus brennbaren Baustoffen müssen, soweit sie im Strahlungsbereich liegen, von den Feuerraumöffnungen offener Kamine nach oben und nach den Seiten einen Abstand von mindestens 80 cm haben. Bei Anordnung eines beiderseits belüfteten Strahlungsschutzes genügt ein Abstand von 40 cm.

§ 5 Eigene Aufstellräume für Feuerstätten

(1) Feuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung von mehr als 50 kW dürfen nur in Räumen aufgestellt werden,

1. die nicht anderweitig genutzt werden, ausgenommen zur Aufstellung von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken und ortsfesten Verbrennungsmotoren sowie zur Lagerung von Brennstoffen,
2. die gegenüber anderen Räumen keine Öffnungen, ausgenommen Öffnungen für Türen, haben,
3. deren Türen dicht- und selbstschließend sind und

4. die gelüftet werden können.

Feuerstätten für feste Brennstoffe dürfen in Räumen nach Satz 1 nur aufgestellt werden, wenn ihre Gesamtnennwärmeleistung nicht mehr als 50 kW beträgt.

(2) Brenner und Brennstofffördereinrichtungen der Feuerstätten für flüssige und gasförmige Brennstoffe mit einer Gesamtnennwärmeleistung von mehr als 50 kW müssen durch einen außerhalb des Aufstellraumes angeordneten Schalter (Notschalter) jederzeit abgeschaltet werden können. Neben dem Notschalter muß ein Schild mit der Aufschrift "NOTSCHALTERFEUERUNG" vorhanden sein.

(3) Wird in dem Aufstellraum Heizöl gelagert oder ist der Raum für die Heizöllagerung nur vom Aufstellraum zugänglich, muß die Heizölzufuhr von der Stelle des Notschalters aus durch eine entsprechend gekennzeichnete Absperreinrichtung unterbrochen werden können.

(4) Abweichend von Absatz 1 dürfen die Feuerstätten auch in anderen Räumen aufgestellt werden, wenn

1. die Nutzung dieser Räume dies erfordert und die Feuerstätten sicher betrieben werden können oder
2. diese Räume in freistehenden Gebäuden liegen, die allein dem Betrieb der Feuerstätten sowie der Brennstofflagerung dienen.

§ 6 Heizräume

(1) Feuerstätten für feste Brennstoffe mit einer Gesamtnennwärmeleistung von mehr als 50 kW dürfen nur in besonderen Räumen (Heizräumen) aufgestellt werden; § 5 Abs. 3 und Abs. 4 Nr. 2 gilt entsprechend. Die Heizräume dürfen

1. nicht anderweitig genutzt werden, ausgenommen zur Aufstellung von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken und ortsfesten Verbrennungsmotoren sowie zur Lagerung von Brennstoffen und
2. mit Aufenthaltsräumen, ausgenommen solche für das Betriebspersonal, sowie mit Treppenräumen notwendiger Treppen nicht in unmittelbarer Verbindung stehen.

In Heizräumen dürfen Feuerstätten für flüssige und gasförmige Brennstoffe aufgestellt werden; § 5 Abs. 2 gilt entsprechend.

(2) Heizräume müssen

1. mindestens einen Rauminhalt von 8 m3 und eine lichte Höhe von 2 m,
2. einen Ausgang, der ins Freie oder in einen Flur führt, der die Anforderungen an notwendige Flure erfüllt, und
3. Türen, die in Fluchtrichtung aufschlagen,

haben.

(3) Wände, ausgenommen nichttragende Außenwände, und Stützen von Heizräumen sowie Decken über und unter ihnen müssen feuerbeständig sein. Deren Öffnungen müssen, soweit sie nicht unmittelbar ins Freie führen, mindestens feuerhemmende und selbstschließende Abschlüsse haben. Die Sätze 1 und 2 gelten nicht für Trennwände zwischen Heizräumen und den zum Betrieb der Feuerstätten gehörenden Räumen, wenn diese Räume die Anforderungen der Sätze 1 und 2 erfüllen.

(4) Heizräume müssen zur Raumlüftung jeweils eine obere und eine untere Öffnung ins Freie mit einem Querschnitt von mindestens je 150 cm2 oder Leitungen ins Freie mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten haben. Der Querschnitt einer Öffnung oder Leitung darf auf die Verbrennungsluftversorgung nach § 3 Abs. 4 angerechnet werden.

(5) Lüftungsleitungen für Heizräume müssen eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten haben, soweit sie durch andere Räume führen, ausgenommen angrenzende, zum Betrieb der Feuerstätten gehörende Räume, die die Anforderungen nach Absatz 3 Sätze 1 und 2 erfüllen. Die Lüftungsleitungen dürfen mit anderen Lüftungsanlagen nicht verbunden sein und nicht der Lüftung anderer Räume dienen.

(6) Lüftungsleitungen, die der Lüftung anderer Räume dienen, müssen, soweit sie durch Heizräume führen,



1. eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten oder selbsttätige Absperrvorrichtungen für eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten haben und
2. ohne Öffnungen sein.

§ 7 Abgasanlagen

(1) Die Abgase der Feuerstätten sind durch Abgasanlagen über Dach, die Verbrennungsgase ortsfester Verbrennungsmotoren sind durch Anlagen zur Abführung dieser Gase über Dach abzuleiten.

(2) Die Abgase von Gasfeuerstätten mit abgeschlossenem Verbrennungsraum, denen die Verbrennungsluft durch dichte Leitungen vom Freien zuströmt (raumluftunabhängige Gasfeuerstätten) dürfen abweichend von Absatz 1 durch die Außenwand ins Freie geleitet werden, wenn

1. eine Ableitung des Abgases über Dach nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist und
2. die Nennwärmeleistung der Feuerstätte 11 kW zur Beheizung und 28 kW zur Warmwasserbereitung nicht überschreitet

und Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.

(3) Ohne Abgasanlage sind zulässig

1. Gasfeuerstätten, wenn durch einen sicheren Luftwechsel im Aufstellraum gewährleistet ist, daß Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen,
2. Gas-Haushalts-Kochgeräte mit einer Nennwärmeleistung von nicht mehr als 11 kW, wenn der Aufstellraum einen Rauminhalt von mehr als 20 m3 aufweist und mindestens eine Tür ins Freie oder ein Fenster, das geöffnet werden kann, hat,
3. nicht leitungsgebundene Gasfeuerstätten zur Beheizung von Räumen, die nicht gewerblichen Zwecken dienen, sowie Gas-Durchlauferhitzer, wenn diese Gasfeuerstätten besondere Sicherheitseinrichtungen haben, die die Kohlenmonoxidkonzentrationen im Aufstellraum so begrenzen, daß Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.

(4) Abgasanlagen müssen nach lichtem Querschnitt und Höhe, soweit erforderlich auch nach Wärmedurchlaßwiderstand und innerer Oberfläche, so bemessen sein, daß die Abgase bei allen bestimmungsgemäßen Betriebszuständen ins Freie abgeführt werden und gegenüber Räumen kein gefährlicher Überdruck auftreten kann.

(5) Die Abgase von Feuerstätten für feste Brennstoffe müssen in Kamine, die Abgase von Feuerstätten für flüssige oder gasförmige Brennstoffe dürfen auch in Abgasleitungen eingeleitet werden.

(6) Mehrere Feuerstätten dürfen an einen gemeinsamen Kamin, an eine gemeinsame Abgasleitung oder an ein gemeinsames Verbindungsstück nur angeschlossen werden, wenn

1. durch die Bemessung nach Absatz 4 die einwandfreie Ableitung der Abgase für jeden Betriebszustand sichergestellt ist,
2. bei Ableitung der Abgase unter Überdruck die Übertragung von Abgasen zwischen den Aufstellräumen oder ein Austritt von Abgasen über nicht in Betrieb befindliche Feuerstätten ausgeschlossen ist und
3. bei gemeinsamer Abgasleitung die Abgasleitung aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht oder eine Brandübertragung zwischen den Geschossen durch selbsttätige Absperrvorrichtungen verhindert wird.

(7) Luft-Abgas-Systeme sind zur Abgasabführung nur zulässig, wenn sie getrennte Luft- und Abgasschächte haben. An diese Systeme dürfen nur raumluftunabhängige Gasfeuerstätten angeschlossen werden, deren Bauart sicherstellt, daß sie für diese Betriebsweise geeignet sind.

(8) In Gebäuden muß jede Abgasleitung, die Geschosse überbrückt, in einem eigenen Schacht angeordnet sein. Die Anordnung mehrerer Abgasleitungen in einem gemeinsamen Schacht ist zulässig, wenn

1. die Abgasleitungen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen,

2. die zugehörigen Feuerstätten in demselben Geschoß aufgestellt sind oder
3. eine Brandübertragung zwischen den Geschossen durch selbsttätige Absperrvorrichtungen verhindert wird.

Die Schächte müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten, in Wohngebäuden geringer Höhe von mindestens 30 Minuten haben. Satz 1 gilt nicht für die Abgasleitungen im Aufstellraum der Feuerstätte sowie für Abgasleitungen, die eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten, in Wohngebäuden geringer Höhe eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 30 Minuten haben.

(9) Kamine müssen

1. gegen Rußbrände beständig sein,
2. in Gebäuden, in denen sie Geschosse überbrücken, eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten haben,
3. unmittelbar auf dem Baugrund gegründet oder auf einem feuerbeständigen Unterbau errichtet sein; es genügt ein Unterbau aus nichtbrennbaren Baustoffen für Kamine in Gebäuden geringer Höhe, für Kamine die oberhalb der obersten Geschoßdecke beginnen sowie für Kamine an Gebäuden,
4. durchgehend sein; sie dürfen insbesondere nicht durch Decken unterbrochen sein, und
5. für die Reinigung Öffnungen mit Kaminreinigungsverschlüssen haben.

(10) Kamine, Abgasleitungen und Verbindungsstücke, die unter Überdruck betrieben werden, müssen innerhalb von Gebäuden

1. vollständig in vom Freien dauernd gelüfteten Räumen liegen,
2. in Räumen liegen, die § 3 Abs. 1 Nr. 3 entsprechen, oder
3. der Bauart nach so beschaffen sein, daß Abgase in gefahrdrohender Menge nicht austreten können.

Für Abgasleitungen genügt, wenn sie innerhalb von Gebäuden über die gesamte Länge hinterlüftet sind.

(11) Verbindungsstücke dürfen nicht in Decken, Wänden oder unzugänglichen Hohlräumen angeordnet oder in andere Geschosse geführt werden.

§ 8 Abstände von Abgasanlagen zu brennbaren Bauteilen sowie zu Fenstern

(1) Kamine müssen

1. von Holzbalken und von anderen Bauteilen aus brennbaren Baustoffen mit vergleichbarer Abmessung einen Abstand von mindestens 2 cm, bei einschaliger Ausführung mindestens 5 cm,
2. von sonstigen Bauteilen aus brennbaren Baustoffen einen Abstand von mindestens 5 cm einhalten. Dies gilt nicht für Kamine, die nur mit geringer Fläche an Bauteile, wie Fußleisten und Dachlatten, angrenzen. Zwischenräume in Decken- und Dachdurchführungen müssen mit nichtbrennbaren Baustoffen mit geringer Wärmeleitfähigkeit ausgefüllt sein.

(2) Abgasleitungen außerhalb von Schächten müssen von Bauteilen aus brennbaren Baustoffen einen Abstand von mindestens 20 cm einhalten. Es genügt ein Abstand von mindestens 5 cm, wenn die Abgasleitungen mindestens 2 cm. dick mit nichtbrennbaren Dämmstoffen ummantelt sind oder wenn die Abgastemperatur der Feuerstätten bei Nennwärmeleistung nicht mehr als 160 °C betragen kann.

(3) Verbindungsstücke zu Kaminen müssen von Bauteilen aus brennbaren Baustoffen einen Abstand von mindestens 40 cm einhalten. Es genügt ein Abstand von mindestens 10 cm, wenn die Verbindungsstücke mindestens 2 cm dick mit nichtbrennbaren Dämmstoffen ummantelt sind.

(4) Abgasleitungen sowie Verbindungsstücke zu Kaminen müssen, soweit sie durch Bauteile aus brennbaren Baustoffen führen,

1. in einem Abstand von mindestens 20 cm mit einem Schutzrohr aus nichtbrennbaren Baustoffen versehen oder



2. in einem Umkreis von mindestens 20 cm mit nichtbrennbaren Baustoffen mit geringer Wärmeleitfähigkeit ummantelt sein.

Abweichend von Satz 1 Nrn. 1 und 2 genügt ein Abstand von 5 cm, wenn die Abgastemperatur der Feuerstätten bei Nennwärmeleistung nicht mehr als 160 °C betragen kann oder Gasfeuerstätten eine Strömungssicherung haben.

(5) Abgasleitungen an Gebäuden müssen von Fenstern einen Abstand von mindestens 20 cm haben.

(6) Geringere Abstände als nach den Absätzen 1 bis 4 sind zulässig, wenn sichergestellt ist, daß an den Bauteilen aus brennbaren Baustoffen bei Nennwärmeleistung der Feuerstätten keine höheren Temperaturen als 85 °C auftreten können.

§ 9 Lage der Mündungen von Kaminen und Abgasleitungen

(1) Die Mündungen von Kaminen und Abgasleitungen müssen

1. bei Dachneigungen bis einschließlich 20 Grad die Dachfläche um mindestens 1 m, bei Dachneigungen von mehr als 20 Grad den First um mindestens 40 cm überragen,
2. Dachaufbauten, Öffnungen zu Räumen sowie ungeschützte Bauteile aus brennbaren Baustoffen, ausgenommen Bedachungen, in einem Umkreis von 1,5 m um mindestens 1 m überragen,
3. bei Feuerstätten für feste Brennstoffe in Gebäuden, deren Bedachung überwiegend nicht den Anforderungen des Art. 33 Abs. 1 BayBO entspricht, im Bereich des Firstes angeordnet sein und diesen um mindestens 80 cm überragen,
4. die Oberkanten von Lüftungsöffnungen, Fenstern oder Türen um mindestens 1 m überragen
   a) in einem Umkreis von 15 m bei Feuerstätten für feste Brennstoffe mit einer Gesamtnennwärmeleistung bis 50 kW; der Umkreis vergrößert sich um 2 m je weitere angefangene 50 kW bis auf höchstens 40 m,
   b) in einem Umkreis von 8 m bei Feuerstätten für flüssige oder gasförmige Brennstoffe mit einer Gesamtnennwärmeleistung bis 50 kW; der Umkreis vergrößert sich um 1 m je weitere angefangene 50 kW bis auf höchstens 40 m.

(2) Abweichend von Absatz 1 Nr. 1 genügt bei raumluftunabhängigen Gasfeuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung bis 50 kW ein Abstand zur Dachfläche von 40 cm, wenn das Abgas durch Ventilatoren abgeführt wird. Andere Abweichungen von Absatz 1 Nr. 1 können gestattet werden, wenn die Einhaltung der Anforderungen sonst zu einer Verunstaltung des Straßen-, Orts- und Landschaftsbildes oder zu einem unverhältnismäßigen Mehraufwand führen würde und schädliche Umwelteinwirkungen nicht zu befürchten sind.

§ 10 Aufstellung von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken und ortsfesten Verbrennungsmotoren

(1) Für die Aufstellung von

1. Sorptionswärmepumpen mit feuerbeheizten Austreibern,
2. Blockheizkraftwerken in Gebäuden und
3. ortsfesten Verbrennungsmotoren

gelten § 3 Abs. 1 bis 6 sowie § 4 Abs. 1 bis 8 entsprechend.

(2) Es dürfen

1. Sorptionswärmepumpen mit einer Nennwärmeleistung der Feuerung von mehr als 50 kW,
2. Wärmepumpen, die die Abgaswärme von Feuerstätten mit einer Gesamtnennwärmeleistung von mehr als 50 kW nutzen,
3. Kompressionswärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern mit Antriebsleistungen von mehr als 50 kW,
4. Kompressionswärmepumpen mit Verbrennungsmotoren,
5. Blockheizkraftwerke in Gebäuden und

6. ortsfeste Verbrennungsmotoren

nur in Räumen aufgestellt werden, die die Anforderungen nach § 5 erfüllen.

§ 11 Abführung der Ab- und Verbrennungsgase von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken und ortsfesten Verbrennungsmotoren

(1) Die Verbrennungsgase von Blockheizkraftwerken und ortsfesten Verbrennungsmotoren in Gebäuden sind durch eigene, dichte Leitungen über Dach abzuleiten. Mehrere Verbrennungsmotoren dürfen an eine gemeinsame Leitung angeschlossen werden, wenn die einwandfreie Abführung der Verbrennungsgase nachgewiesen ist. Die Leitungen dürfen außerhalb der Aufstellräume der Verbrennungsmotoren nur nach Maßgabe des § 7 Abs. 8 und 10 sowie § 8 angeordnet sein.

(2) Die Einleitung der Verbrennungsgase in Kamine oder Abgasleitungen für Feuerstätten ist nur zulässig, wenn die einwandfreie Abführung der Verbrennungsgase und, soweit Feuerstätten angeschlossen sind, auch die einwandfreie Abführung der Abgase nachgewiesen ist.

(3) Für die Abführung der Abgase von Sorptionswärmepumpen mit feuerbeheizten Austreibern und Abgaswärmepumpen gelten die §§ 7 bis 9 entsprechend.

§ 12 Brennstofflagerung in Brennstofflagerräumen

(1) Je Gebäude oder Brandabschnitt dürfen

1. feste Brennstoffe in einer Menge von mehr als 15000 kg oder
2. Heizöl und Dieselkraftstoff in Behältern mit mehr als insgesamt 5000 l

nur in besonderen Räumen (Brennstofflagerräumen) gelagert werden, die nicht zu anderen Zwecken genutzt werden dürfen. Das Fassungsvermögen der Behälter darf insgesamt 100000 l Heizöl oder Dieselkraftstoff je Brennstofflagerraum nicht überschreiten.

(2) Wände und Stützen von Brennstofflagerräumen sowie Decken über oder unter ihnen müssen feuerbeständig sein. Durch Decken und Wände von Brennstofflagerräumen dürfen keine Leitungen geführt werden, ausgenommen Leitungen, die zum Betrieb dieser Räume erforderlich sind sowie Heizrohrleitungen, Wasserleitungen und Abwasserleitungen. Türen von Brennstofflagerräumen, ausgenommen Türen ins Freie müssen mindestens feuerhemmend und selbstschließend sein. Die Sätze 1 und 3 gelten nicht für Trennwände zwischen Brennstofflagerräumen und Heizräumen.

(3) Brennstofflagerräume für flüssige Brennstoffe

1. müssen gelüftet und von der Feuerwehr vom Freien aus beschäumt werden können,
2. dürfen nur Bodenabläufe mit Heizölsperren oder Leichtflüssigkeitsabscheidern haben und
3. müssen an den Zugängen mit der Aufschrift "HEIZÖLLAGERUNG" oder "DIESELKRAFTSTOFFLAGERUNG" gekennzeichnet sein.

§ 13 Brennstofflagerung außerhalb von Brennstofflagerräumen

(1) In Wohnungen dürfen Heizöl oder Dieselkraftstoff in einem Behälter bis zu 100 l oder in Kanistern bis zu insgesamt 40 l gelagert werden.

(2) In sonstigen Räumen dürfen Heizöl oder Dieselkraftstoff von mehr als 1000 l und nicht mehr als 5000 l je Gebäude oder Brandabschnitt gelagert werden, wenn sie

1. die Anforderungen des § 5 Abs. 1 erfüllen und
2. nur Bodenabläufe mit Heizölsperren oder Leichtflüssigkeitsabscheidern haben.

(3) Sind in den Räumen nach Absatz 2 Feuerstätten aufgestellt, müssen diese

1. außerhalb des Auffangraums für auslaufenden Brennstoff stehen und
2. einen Abstand von mindestens 1 m zu Lagerbehältern für Heizöl oder Dieselkraftstoff haben, soweit nicht ein Strahlungsschutz vorhanden ist.



§ 14 Flüssiggas- und Dampfkesselanlagen

Für Flüssiggas- sowie für Dampfkesselanlagen, die weder gewerblichen noch wirtschaftlichen Zwecken dienen und in deren Gefahrenbereich auch keine Arbeitnehmer beschäftigt werden, gelten die Verordnung über die erweiterte Anwendung der Dampfkesselverordnung, der Druckbehälterverordnung und der Aufzugsverordnung (BayRS 2132-1-17-I) sowie die auf Grund des § 11 des Gerätesicherheitsgesetzes erlassenen Vorschriften entsprechend.

§ 15 Ordnungswidrigkeiten

Nach Art. 89 Abs. 1 Nr. 17 BayBO kann mit Geldbuße belegt werden, wer als am Bau Beteiligter nach Art. 55 BayBO vorsätzlich oder fahrlässig

1. Feuerstätten aufstellt oder Bauteile aus brennbaren Baustoffen oder Einbaumöbel anordnet, ohne die Abstände nach § 4 Abs. 6 einzuhalten,
2. Fußböden vor Feuerungsöffnungen entgegen § 4 Abs. 9 nicht schützt,
3. Bauteile aus brennbaren Baustoffen oder offene Kamine anordnet, ohne die Abstände nach § 4 Abs. 10 einzuhalten,
4. Abgasleitungen außerhalb von Schächten oder Bauteile aus brennbaren Baustoffen anordnet, ohne die Abstände nach § 8 Abs. 2 einzuhalten,
5. Verbindungsstücke zu Kaminen oder Bauteile aus brennbaren Baustoffen anordnet, ohne die Abstände nach § 8 Abs. 3 einzuhalten,
6. Abgasleitungen oder Verbindungsstücke zu Kaminen durch Bauteile aus brennbaren Baustoffen führt, ohne die Abstände nach § 8 Abs. 4 einzuhalten oder
7. Abgasleitungen an Gebäuden anordnet, ohne den Abstand nach § 8 Abs. 5 einzuhalten.

§ 16 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 31. März 1998 in Kraft.

9.5.4 Verordnung über die Verhütung von Bränden (VVB)

Verordnung über die Verhütung von Bränden (VVO) vom 29.4.1981 (Rechtsgebiet: Baugesetze der Länder)

§ 12 Feste Brennstoffe

(1) Feste Brennstoffe müssen so verwahrt werden, dass sie durch Feuerstätten nicht entzündet werden können. Sie dürfen insbesondere nicht unmittelbar neben Feuerstätten gelagert werden, wenn nicht ein Schutz vor zu starker Erwärmung besteht.

(2) Feste Brennstoffe dürfen auch nicht in offenen Dachräumen gelagert werden.

§ 14 Lagerung brennbarer bester Stoffe im Freien

(1) Lager brennbarer Stoffe von mehr als 100m³ Lagergut im Freien müssen von Gebäuden mindestens 10 m entfernt sein, es sei denn dass sie an überragende Brandwände angrenzen. Wenn sie mehr als 3000 m³ Lagergut enthalten, sind sie in Lager von höchstens 3000 m³ zu unterteilen, die voneinander mindestens 10 m entfernt oder durch überragende Brandwände geschieden sind; das gilt nicht für Kohlelager, die von Gebäuden mindestens 25 m und von Wäldern mindestens 50 m entfernt sind.

(2) Zwischenräume zwischen Gebäuden dürfen zum Lagern brennbarer fester Stoffe nicht benutzt werden, wenn hierdurch die Gefahr einer Brandübertragung entsteht.



9.5.5 BiomasseV

Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (BiomasseV - Biomasseverordnung) vom 21. Juni 2001 (BGBl. I Nr. 29 vom 27.6.2001 S. 1234;:: 9.8.2005 S. 241905)

Eingangsformel

Auf Grund des §2 Abs. 1 Satz 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 29. März 2000 (BGBl. I S. 305) in Verbindung mit Artikel 56 Abs. 1 des Zuständigkeitsanpassungs-Gesetzes vom 18. März 1975 (BGBl. I S. 705) und dem Organisationserlass des Bundeskanzlers vom 22. Januar 2001 (BGBl. I S. 127) verordnet das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Einvernehmen mit den Bundesministerien für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft und für Wirtschaft und Technologie unter Wahrung der Rechte des Bundestages:

§ 1 Aufgabenbereich

Diese Verordnung regelt für den Anwendungsbereich des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, welche Stoffe als Biomasse gelten, welche technischen Verfahren zur Stromerzeugung aus Biomasse in den Anwendungsbereich des Gesetzes fallen und welche Umweltanforderungen bei der Erzeugung von Strom aus Biomasse einzuhalten sind.

§ 2 Anerkannte Biomasse

(1) Biomasse im Sinne dieser Verordnung sind Energieträger aus Phyto- und Zoomasse. Hierzu gehören auch aus Phyto- und Zoomasse resultierende Folge- und Nebenprodukte, Rückstände und Abfälle, deren Energiegehalt aus Phyto- und Zoomasse stammt.

(2) Biomasse im Sinne des Absatzes 1 sind insbesondere:

1. Pflanzen und Pflanzenbestandteile,
2. aus Pflanzen oder Pflanzenbestandteilen hergestellte Energieträger, deren sämtliche Bestandteile und Zwischenprodukte aus Biomasse im Sinne des Absatzes 1 erzeugt wurden,
3. Abfälle und Nebenprodukte pflanzlicher und tierischer Herkunft aus der Land-, Forst- und Fischwirtschaft,
4. Bioabfälle im Sinne von §2 Nr. 1 der Bioabfallverordnung,
5. aus Biomasse im Sinne des Absatzes 1 durch Vergasung oder Pyrolyse erzeugtes Gas und daraus resultierende Folge- und Nebenprodukte,
6. aus Biomasse im Sinne des Absatzes 1 erzeugte Alkohole, deren Bestandteile, Zwischen-, Folge- und Nebenprodukte aus Biomasse erzeugt wurden.

(3) Unbeschadet von Absatz 1 gelten als Biomasse im Sinne dieser Verordnung:

1. Altholz, bestehend aus Gebrauchtholz (gebrauchte Erzeugnisse aus Holz, Holzwerkstoffe oder Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil) oder Industrierestholz (in Betrieben der Holzbe- oder -verarbeitung anfallende Holzreste sowie in Betrieben der Holzwerkstoffindustrie anfallende Holzwerkstoffreste), das als Abfall anfällt, sofern nicht Satz 2 entgegensteht oder das Altholz gemäß §3 Nr. 4 von der Anerkennung als Biomasse ausgeschlossen ist,
2. aus Altholz im Sinne von Nummer 1 erzeugtes Gas, sofern nicht Satz 3 .entgegensteht oder das Altholz gemäß §3 Nr. 4 von der Anerkennung als Biomasse ausgeschlossen ist,
3. Pflanzenölmethylester, sofern nicht Satz 4 entgegensteht,
4. Treibsel aus Gewässerpflege, Uferpflege und -reinhaltung,
5. durch anaerobe Vergärung erzeugtes Biogas, sofern zur Vergärung nicht Stoffe nach §3 Nr. 3, 7, 9 oder mehr als 10 Gewichtsprozent Klärschlamm eingesetzt werden.



9.5.6 TA-Luft

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz TA Luft02 - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.7. 2002 S. 511) Inkrafttreten

1 Anwendungsbereich

Diese Technische Anleitung dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen.

Die Vorschriften dieser Technischen Anleitung sind zu beachten bei der

1. Prüfung der Anträge auf Erteilung einer Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer neuen Anlage (§6 Abs. 1 BImSchG) sowie zur Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer bestehenden Anlage (§16 Abs. 1, auch in Verbindung mit Abs. 4 BImSchG),
2. Prüfung der Anträge auf Erteilung einer Teilgenehmigung, eines Vorbescheids oder der Zolassung des vorzeitigen Beginns (§§8,8a und9 BImSchG),
3. Prüfung der Genehmigungsbedürftigkeit einer Änderung (§15 Abs. 2 BImSchG),
4. Entscheidung über nachträgliche Anordnungen (§17 BImSchG) und
5. Entscheidung zu Anordnungen über die Ermittlung von Art und Ausmaß der von einer Anlage ausgehenden Emissionen sowie der Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage (§26, auch in Verbindung mit §28 BImSchG).

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geruchsimmissionen wird in dieser Verwaltungsvorschrift nicht geregelt; dagegen wird die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geruchsemissionen in dieser Verwaltungsvorschrift geregelt.

Die Anforderungen der Nummern5.1 bis 5.4 gelten nicht für genehmigungsbedürftige Anlagen, soweit in Rechtsverordnungen der Bundesregierung Anforderungen zur Vorsorge und zur Ermittlung von Emissionen an luftverunreinigenden Stoffen getroffen werden.

Soweit im Hinblick auf die Pflichten der Betreiber von nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen nach §22 Abs. 1 Nrn. 1 und 2 BImSchG zu beurteilen ist, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen vorliegen, sollen die in Nummer4 festgelegten Grundsätze zur Ermittlung und Maßstäbe zur Beurteilung von schädlichen Umwelteinwirkungen herangezogen werden. Die Ermittlung von Immissionskenngrößen nach Nummer4.6 unterbleibt, soweit eine Prüfung im Einzelfall ergibt, dass der damit verbundene Aufwand unverhältnismäßig wäre. Tragen nicht genehmigungsbedürftige Anlagen zum Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen in relevanter Weise bei, ist zu prüfen, ob die nach dem Stand der Technik gegebenen Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung ausgeschöpft sind. Nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken. Soweit zur Erfüllung der Pflichten nach §22 Abs. 1 Nrn. 1 und 2 BImSchG Anforderungen für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen festgelegt werden können, können auch die in Nummer5 für genehmigungsbedürftige Anlagen festgelegten Vorsorgeanforderungen als Erkenntnisquelle herangezogen werden. Luftreinhaltepläne sind bei Anordnungen nach §§24 und25 BImSchG zu beachten.

http://www.gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/vorschriften/Im/4_1_2.pdf

9.5.7 Schornsteinfegergesetz

Vom 15. September 1969 (BGBL. I. S. 1634), zuletzt geändert durch Gesetz zur Änderung des Schornsteinfegergesetzes vom 20. Juli 1994 (BGBL. I.SD. 1624)

§ 1 Kehr- und Überprüfungspflicht

Die Eigentümer von Grundstücken und Räumen sind verpflichtet die kehr- und überprüfungspflichtigen Anlagen fristgerecht reinigen und überprüfen zu lassen.

Die Landesregierung oder die von ihr bestimmte Stelle wird ermächtigt, nach Anhörung Schornsteinfegerhandwerks, des Landesfachverbandes der Arbeitnehmer im Schornsteinfegerhandwerk und der für den Bereich des Landes zuständigen Zusammenschlüsse von Hauseigentümern zum Zweck der Erhaltung der Feuersicherheit (Betriebs- und Brandsicherheit) Rechtsverordnung (Kehr- und Überprüfungsverordnung) zu bestimmen, welche Schornsteine, Feuerstätten, Rauchableitungen, Lüftungsanlagen oder ähnliche Einrichtungen in welchen Zeiträumen gereinigt oder überprüft werden müssen.

Die Eigentümer und Besitzer von Grundstücken und Räumen sind verpflichtet, dem Bezirksschornsteinfegermeister (§ 3) und den bei ihm beschäftigten Personen zum Zwecke des Kehrens und der Überprüfung der kehr- und überprüfungspflichtigen Anlagen Zutritt zu den Grundstücken und Räumen zu gestatten. Die gleiche Pflicht besteht, wenn Beauftragte der zuständigen Verwaltungsbehörde die Tätigkeit des Bezirksschornsteinfegermeisters zu überprüfen oder eine verweigerte Kehrung oder Überprüfung aufgrund eines vollziehbaren Verwaltungsaktes zwangsweise durchzusetzen haben. Das Grundrecht der Unverletzlichkeit der Wohnung (Artikel 13 des Grundgesetzes) wird insoweit eingeschränkt.

§ 13 Aufgaben
(ERSTER ABSCHNITT: Pflichten und Aufgaben des Bezirksschornsteinfegermeisters)

Der Bezirksschornsteinfegermeister hat folgende Aufgaben:

1. Ausführung der durch die Kehr- und Überprüfungsordnung vorgeschriebenen Arbeiten und regelmäßige Überwachung der Arbeit seiner Gesellen und Lehrlinge;

2. Überprüfung sämtlicher Schornsteine, Feuerstätten, Verbindungsstücke und Lüftungsanlagen oder ähnliche Einrichtungen auf ihre Feuersicherheit (§ 1 Abs. 2) in den Gebäuden, in denen er Arbeiten nach der Kehr- und Überprüfungsordnung, der Verordnung der Kleinfeuerungsanlagen – 1. BimSchV oder den landesrechtlichen Bauordnungen auszuführen hat, durch persönliche Besichtigung innerhalb von fünf Jahren, und zwar jährlich in einem Fünftel seines Bezirkes (Feuerstättenschau);

3. Unverzügliche schriftliche Meldung der bei Schornsteinen, Feuerstätten, Verbindungsstücken und Lüftungsanlagen oder ähnlicher Einrichtungen vorgefundenen Mängel

a) an den Grundstückseigentümer im Falle von Wohnungseigentum an die Gemeinschaft der Wohnungseigentümer und, sofern die Einrichtung sich in den Räumen des Wohnungseigentümers befindet und zum Sondereigentum gehört, zusätzlich an den Wohnungseigentümer, den der Verwalter dem Bezirksschornsteinfegermeister auf Anforderung zu benennen hat

b) an die zuständige Behörde, wenn die Mängel nicht innerhalb einer von dem Bezirksschornsteinfegermeister zu setzenden Frist abgestellt sind;

4. Prüfung und Begutachtung von Schornsteinen, Feuerstätten, Verbindungsstücken und Lüftungsanlagen oder ähnlichen Einrichtungen auf ihre Feuersicherheit (§ 1 Abs. 2) in anderen als den in Nummer 2 genannten Fällen;

5. Beratung in feuerungstechnischen Fragen;

6. Vornahme der Brandverhütungsschau oder Teilnahme an ihr nach Landesrecht;

7. Hilfeleistung bei der Brandbekämpfung auf Aufforderung durch die zuständige Behörde in seinem Bezirk;



8. Unterstützung der Aufgaben des Zivilschutzes, soweit sie die Brandverhütung betreffen;

9. Ausstellung der Bescheinigung zu Rohbau- und Schlußabnahmen nach Landesrecht;

10. Überprüfung von Schornsteinen, Feuerstätten und Verbindungsstücken oder ähnlichen Einrichtungen sowie Feststellung und Weiterleitung der für die Aufstellung von Emissionskatastern im Sinne des § 46 des Bundesimmissionsschutzgesetzes erforderlichen Anfgaben nach Maßgabe der öffentlich-rechtlichen Vorschriften auf dem Gebiet des Immissionschutzes;

11. Überwachung von Feuerungsanlagen hinsichtlich der Anforderungen an heizungs- oder raumlufttechnische oder der Versorgung mit Brauchwasser dienender Anlagen oder Einrichtungen im Zuge der Feuerstättenschau nach Nummer 2, soweit ihm dieses Überwachung nach § 7 Abs. 2 des Energieeinsparungsgesetzes vom 22 Juli 1976 (BGBL I S. 1873), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20 Juni 1980 (BGBL I S. 701), in seiner jeweils geltenden Fassung übertragen worden ist;

12. Überwachung von Feuerungsanlagen hinsichtlich der Anforderungen an den Betrieb heizungs- oder raumlufttechnischer oder der Versorgung mit Brauchwasser dienender Anlagen oder Einrichtungen, soweit ihm diese nach § 7 Abs. 3 des Energieeinsparungsgesetzes übertragen worden ist.

Andere als in diesem Gesetz aufgeführte Arbeiten dürfen dem Bezirksschornsteinfegermeister nur übertragen werden, soweit dies durch Rechtsvorschriften des Bundes zugelassen ist. Das Bundesministerium für Wirtschaft wird darüber hinaus ermächtigt, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates dem Bezirksschornsteinfegermeister andere Reinigungs-, Überprüfungs-, Meß- und sonstige Überwachungsarbeiten insbesondere zum Zweck der Erhaltung der Feuersicherheit (Betriebs- und Brandsicherheit), zum Zweck des Umweltschutzes oder der rationellen Energieverwendung zu übertragen, soweit diese Arbeiten einen Bezug zum Aufgabengebiet des Bezirksschornsteinfegermeister nach Absatz 1 aufweisen.

§ 24 Gebührenordnung

1. Die Landesregierung oder die von ihr bestimmte Stelle wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung (Kehr- und Überprüfungsgebührenordnung) nach Anhörung des Landesinnungsverbandes des Schornsteinfegerhandwerks, des Landesfachverbandes der Arbeitnehmer im Schornsteinfegerhandwerk und der für den Bereich des Landes zuständigen Zusammenschlüsse von Hauseigentümern Vorschriften über Gebühren und Auslagen des Bezirksschornsteinfegermeisters für durchgeführte Arbeiten nach § 13 Abs. 1 Nr. 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12 und Absatz 2 zu erlassen.

2. Die Gebühren sind nach dem Arbeitsumfang und den dem Bezirksschomsteinfegermeister entstehenden notwendigen Aufwendungen zu bemessen; bei der Bemessung ist davon auszugehen, daß der Bezirksschornsteinfegermeister den Umsatz aus seiner beruflichen Tätigkeit nach den allgemeinen Vorschriften des Umsatzsteuergesetzes versteuert. Bei Bemessung der Gebühren ist auch zu berücksichtigen, daß durch sie die gebührenfreien Tätigkeiten des Bezirksschornsteinfegermeisters abzugelten sind, die nach diesem Gesetz im Interesse des Gebührenschuldners ausgeführt werden.

9.5.8 KÜO-Bayern

KÜO Bayern Verordnung über das Kehren und Überprüfen von Feuerungs- und Lüftungsanlagen (Kehr- und Überprüfungsordnung - KÜO)

Zweite Verordnung zur Änderung der Kehr- und Überprüfungsordnung vom 11. Dezember 2002

Auf Grund des §1 Abs. 2 des Schornsteinfegergesetzes - SchfG - in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. August 1998 (BGBl I. S. 2071), zuletzt geändert durch das Gesetz vom 15.September 2000 (BGBl I. S. 1388),in Verbindung mit §1 Abs. 1 der Ersten Zuständigkeitsverordnung zum Schornsteinfegergesetz (BayRS 215-2-8-1) und Art. 38 Abs. 3

Nrn. 1 und 4 des Landesstraf- und Verordnungsgesetzes (BayRS 2011-2-1) hat das Bayerische Staatsministerium des Innern folgende Verordnung erlassen [Stand: 07. April 2003]:

§ 1 Begriffe

1. Gebäude, Nutzungseinheit

1.1 Gebäude

Ein Gebäude im Sinne dieser Verordnung ist jedes Bauwerk mit einem eigenen Eingang einschließlich seiner Nebengebäude.

1.2 Nutzungseinheit

Eine Nutzungseinheit besteht aus einer oder mehreren genutzten Räumlichkeiten im Gebäude, die von anderen Nutzungseinheiten durch einen eigenen abschließbaren Zugang vom Freien, vom Treppenhaus oder vom gemeinsam genutzten Flur abgetrennt ist.

2. Verbrennungsprodukte

Rauchgase sind Verbrennungsprodukte fester, oder flüssiger Brennstoffe. Abgase sind Verbrennungsprodukte gasförmiger Brennstoffe.

3. Feuerungsanlagen

3.1 Feuerstätten

Feuerstätten sind an Kamine oder Abgasleitungen angeschlossene Anlagen zur Verbrennung fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe. Feuerstätten in diesem Sinn sind auch Außenwand-Gasfeuerstätten und Gas-Kleinwasserheizer.

3.1.1 Zeitweise benutzte Feuerstätten

Zeitweise benutzt sind Feuerstätten, die während des Jahres regelmäßig benutzt werden, jedoch in Zeiträumen, die Kürzer sind als die übliche Heizperiode.

3.1.2 Selten benutzte Feuerstätten

Selten benutzt sind Feuerstätten, die nur an wenigen Tagen im Jahr betrieben werden.

3.1.3 Kleinwasserheizer

Kleinwasserheizer sind Gaswasserheizer, welche die Verbrennungsluft aus dem Aufstellungsraum entnehmen und die Abgase unmittelbar dem gleichen Raum wieder zuführen.

3.1.4 Abgaswege von Gasfeuerstätten

Abgaswege sind die Strömungsstrecken der Abgase von Feuerstätten vom Brenner bis zum Eintritt in den Abgaskamin oder in eine andere Absauganlage, einschließlich der Abgaskanäle und -rohre.

3.1.5 Heizgaswege in Gasfeuerstätten

Heizgaswege sind die Strömungsstrecken der Abgase innerhalb der Gasfeuerstätte.

3.1.6 Räucheranlagen

Räucheranlagen sind Anlagen zum Konservieren oder Geschmacksverändern von Lebensmitteln. Sie bestehen aus Raucherzeuger, Räucherschrank oder -kammer sowie den dazugehörigen Verbindungsstücken.

3.1.7 Brennwertfeuerstätten

Brennwertfeuerstätten sind Feuerstätten, die für die Kondensation eines Großteils des in den Abgasen enthaltenen Wasserdampfes konstruiert.

3.2 Verbindungsstücke

3.2.1 Rauch- und Abgaskanäle



Rauch- und Abgaskanäle sind Verbindungsstücke die in ihrer ganzen Länge mit dem Boden oder anderen Bauteilen fest verbunden sind und dem Anschluss von Feuerstätten an Kamine dienen.

3.2.2 Rauch- und Abgasrohre

Rauch- und Abgasrohre sind frei in Räumen verlaufende Verbindungsstücke, die dem Anschluss von Feuerstätten an Kamine, Kanäle oder andere Abgasanlagen dienen.

3.3 Rauchkamine

Rauchkamine sind aufwärtsführende Bauteile, die dazu bestimmt oder geeignet sind, Rauchgase von Feuerstätten ins Freie zu fördern und an die mindestens eine Feuerstätte für feste oder flüssige Brennstoffe angeschlossen ist.

3.4 Abgasleitungen für flüssige Brennstoffe

Abgasleitungen für flüssige Brennstoffe sind Bauteile zur Abführung von Rauchgasen im Überdruck- bzw. Unterdruckbereich aus Feuerstätten für flüssige Brennstoffe.

3.5 Abgasanlagen

Abgasanlagen sind Abgaskamine, Luftabgaskamine, Abgasleitungen für gasförmige Brennstoffe oder Luftabgasleitungen
3.5.1 Abgaskamine

Abgaskamine sind Kamine, an die mindestens eine Feuerstätte für gasförmige Brennstoffe angeschlossen ist. Sie können im Einzelfall zugleich die Funktion von Abluftschächten übernehmen.

3.5.2 Luftabgaskamine

Luftabgaskamine sind nebeneinander oder ineinander angeordnete Bauteile, die raumluftunabhängigen Feuerstätten mit Ventilator Verbrennungsluft zuführen und die Abgase über Dach ins Freie abführen.

3.5.3 Abgasleitungen für gasförmige Brennstoffe

Abgasleitungen für gasförmige Brennstoffe sind Bauteile zur Abführung von Rauchgasen im Über- bzw. Unterdruckbereich aus Feuerstätten für gasförmige Brennstoffe.

3.5.4 Luftabgasleitungen

Luftabgasleitungen sind nebeneinander oder ineinander angeordnete Bauteile, die gebläseunterstützt den Feuerstätten Verbrennungsluft zuführen und deren Abgase abführen.

4. Lüftungseinrichtungen

Lüftungseinrichtungen sind Be- und Entlüftungen die nach der Feuerungsverordnung (FeuV), den "Technischen Regeln für Gas-Installationen (TRGI)" und dem einschlägigen DVGW-Regelwerk in der jeweils geltenden Fassung zum Betrieb von Feuerstätten erforderlich sind.

5. Dunstabzugsanlagen

Dunstabzugsanlagen sind Einrichtungen zum Aufnehmen von Koch-, Brat-, Grill-, Dörr- oder Röstdünsten und deren Abführung über Dunstrohre, -kanäle oder -schächte ins Freie.

§2 Kehrpflichtige Anlagen, Anzahl der Kehrungen

(1) Viermal im Jahr sind zu kehren, wenn nicht in den Absätzen 2 bis 5 *oder in § 3* etwas anders bestimmt ist:

1. Rauchkamine und -kanäle von Feuerstätten für feste und flüssige Brennstoffe,
2. Abgasleitungen für flüssige Brennstoffe
3. Rauchkamine, -kanäle und -rohre von Dörr-, Röst- oder anderen Trocknungsanlagen,
4. Räucheranlagen.

(2) Rauchkamine und -kanäle von Feuerstätten für feste oder flüssige Brennstoffe und Abgasleitungen für flüssige Brennstoffe, die nur in der üblichen Heizperiode benutzt werden, sind dreimal im Jahr zu kehren.

(3) Zweimal im Jahr sind zu kehren:

1. die in Absatz 1 und Absatz 2 genannten Anlagen, wenn nur Feuerstätten für feste Brennstoffe angeschlossen sind, die gemäß §15 der Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen - 1.BImSchV - der Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490) jährlich überwacht werden,
2. Abgasleitungen, Rauchkamine und -kanäle für bivalente Heizungen für flüssige Brennstoffe, (§2 Nr. 2 1.BImSchV),
3. Rauchkamine und -kanäle, die nur zeitweise benutzt werden.
4. Abgasleitungen für flüssige Brennstoffe, die nur zeitweise benutzt werden

(4) Nach je 45 Betriebstagen, mindestens aber einmal im Jahr nach der Betriebszeit, sind die in Absatz 1 Nrn. 3 und 4 genannten Anlagen zu kehren, wenn sie nur zeitweise benutzt werden.

(5) Einmal im Jahr sind zu kehren:

1. die in Absatz 1, Absätz 2 und Absatz 3 Nrn. 3 und 4 genannten Anlagen, wenn nur Feuerstätten für flüssige Brennstoffe angeschlossen sind, die gemäß §15 der 1.BImSchV jährlich überwacht werden,
2. Rauchkamine und -kanäle, die nur selten benutzt werden,
3. Abgasleitungen für flüssige Brennstoffe, die nur selten benutzt werden
4. Rauchrohre von Feuerstätten zur zentralen Beheizung oder zentralen Warmwasserbereitung oder zur Erzeugung von Betriebs- und Wirtschaftswärme.

§ 3 Überprüfungspflichtige Anlagen, Anzahl der Überprüfungen

(1) Zweimal im Jahr sind auf ihre einwandfreie Gebrauchsfähigkeit zu überprüfen

1. Dunstabzugsanlagen die nicht oder nicht nur dem privaten Haushalt dienen, sind auf ihre einwandfreie Gebrauchsfähigkeit zu überprüfen.
2. Verbindungsstücke von Rauchschränken aus Metall, die zugleich als Kochschränke verwendet werden (§4 Nr. 3); bei Bedarf sind die Verbindungsstücke zu reinigen. werden die Anlagen nur zeitweise benutzt, sind die Verbindungsstücke einmal im Jahr nach der Betriebszeit zu überprüfen und bei Bedarf zu reinigen

(2) Jedes zweite Jahr sind auf ihre einwandfreie Gebrauchsfähigkeit zu überprüfen und bei Bedarf zu reinigen:

1. Abgaswege und Abgasanlagen von Gasfeuerstätten der Art C nach der TRGI und der TRF in der jeweils aktuellen Fassung, mit Ausnahme der Art C11;
2. Abgaswege und Abgasanlagen von Feuerstätten mit Gasgebläsebrennern für die Abgasführung unter Überdruck ins Freie;
3. Abgaswege von Gasfeuerstätten der Art B32 und B33 nach der TRGI und der TRF;
4. Abgaswege von Gasfeuerstätten mit Gebläsebrennern ohne Strömungssicherung;
5. Lüftungseinrichtungen für den Betrieb der unter 1 bis 4 genannten Feuerstätten.

Die Reinigung der Abgaswege umfasst nicht den Heizgasweg.

(3) Einmal im Jahr sind auf ihre einwandfreie Gebrauchsfähigkeit zu überprüfen und bei Bedarf zu reinigen:

1. Abgasanlagen (Abgaskamine) von Gasfeuerstätten der Arten B32 und B33 nach TRGI und TRF;
2. Abgasanlagen (Abgaskamine) von Gasfeuerstätten mit Gebläsebrennern ohne Strömungssicherung;
3. Abgaswege und Abgasanlagen von Gasfeuerstätten der Art B nach TRGI und TRF sowie für Gasfeuerstätten der Art C11;
4. Abgaswege in Gas-Kleinwasserheizern;



5. Lüftungseinrichtungen für den Betrieb der unter 1 bis 4 genannten Feuerstätten.
6. Abgasleitungen von Brennwertfeuerstätten für flüssige Brennstoffe

Die Reinigung der Abgaswege umfasst nicht den Heizgasweg.

(4) Bei folgenden Anlagen ist einmal im Jahr eine CO-Messung durchzuführen:

1. Gasfeuerstätten mit Strömungssicherung zur Beheizung oder zur Warmwasserbereitung, die ihre Verbrennungsluft aus dem Aufstellungsraum entnehmen,
2. Gas-Kleinwasserheizern.

Hiervon sind Gasfeuerstätten mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 50 kW ausgenommen, wenn sie in Heizräumen oder in eigenen Aufstellräumen für Feuerstätten installiert sind. Der gemessene CO-Gehalt darf einen Wert von 1000 ppm, bezogen auf unverdünntes Abgas, nicht überschreiten.

(5) Werden Gasfeuerstätten wiederkehrend nach §15 der 1.BImSchV überwacht, sind die Abgaswegeüberprüfung nach Absatz 2 und 3 und die CO-Messung nach Absatz 4 zusammen mit dieser Überwachung in einem gemeinsamen Termin durchzuführen. Auf Wunsch des Hauseigentümers oder dessen Beauftragten soll die Überprüfung der Abgasanlagen nach den Absätzen 2 und 3 zusammen mit den in Satz 1 genannten Arbeiten in einem Termin durchgeführt werden.

(6) Auf Wunsch des Grundstückseigentümers oder dessen Beauftragten ist diesem eine Bescheinigung über das Ergebnis der Abgaswegeüberprüfung und gegebenenfalls der CO-Messung auszuhändigen.

(7) Lüftungseinrichtungen für den Betrieb von Feuerstätten für feste und flüssige Brennstoffe sind einmal im Jahr zu überprüfen und bei Bedarf zu reinigen.

§ 4 Ausnahmen von der Kehr- und Überprüfungspflicht

Von der Kehr- und Überprüfungspflicht sind ausgenommen:

1. Kamine mit einem lichten Querschnitt von mehr als 10 000 cm², an der Sohle, sofern nicht ausschließlich häusliche Feuerstätten angeschlossen sind,
2. Rauchschränke aus Metall, die zugleich als Kochschränke verwendet werden,
3. Anlagen gemäß §2 und §3, die dauernd unbenutzt sind. Sind die Anlagen jedoch betriebsbereit, werden sie einmal im Jahr überprüft. Sie sind außerdem zu überprüfen, bevor sie wieder in Betrieb genommen werden.

§ 5 Zusätzliche Kehrungen

Wenn es die Feuersicherheit erfordert, sind kehrpflichtige Anlagen öfter als nach den Vorschriften dieser Verordnung zu kehren. Zusätzliche Kehrungen sind gegenüber den Eigentümern oder deren Beauftragten, auf Verlangen schriftlich, zu begründen.

§ 6 Ausbrennen

(1) Eine kehrpflichtige Anlage ist auszubrennen, wenn die Verbrennungsrückstände mit den üblichen Kehrwerkzeugen nicht entfernt werden können. Steht der Zustand der Anlage oder ein sonstiger erkennbarer gefahrbringender Umstand dem Ausbrennen entgegen, sind andere Reinigungsmethoden anzuwenden.

(2) Die Arbeit ist von einem Kaminkehrermeister auszuführen oder dauernd zu beaufsichtigen. Der Zeitpunkt des Ausbrennens ist den Eigentümern oder deren Beauftragten, den Hausbewohnern, der Gemeinde und der Feuerwehr vorher mitzuteilen. Nach dem Ausbrennen sind die kehrpflichtige Anlage, das Gebäude und dessen Umgebung auf Brandgefahren zu überprüfen.

§ 7 Sonstige Pflichten des Bezirkskaminkehrermeisters

(1) Der Termin der beabsichtigten Kehrung oder Überprüfung sowie der Feuerstättenschau (§13 Abs. 1 Nr. 2 SchfG) ist spätestens zwei Werktage vor der Durchführung anzukündigen, soweit nicht einzelne Grundstückseigentümer oder deren Beauftragte darauf verzichten. Der voraussichtliche Zeitpunkt der Messung

nach §15 der 1.BImSchV ist den Betreibern zwischen sechs und acht Wochen vorher schriftlich anzukündigen (§15 Abs. 3 1.BImSchV).

(2) Die Kehr- und Überprüfungsarbeiten sind in den von der Feuersicherheit (Betriebs- und Brandsicherheit) bestimmten Zeitabständen auszuführen. Rückstände sind aus den kehr- und überprüfungspflichtigen Anlagen zu entfernen. Falls keine geeigneten Behälter im Sinn von §4 der Verordnung über die Verhütung von Bränden vom 29. April 1981 (GVBI S. 101), geändert durch Verordnung vom 25. November 1982 (GVBI S. 1114) - BayRS 215-2-1-1 - bereitstehen, hat der Kaminkehrer die Rückstände in geeignete Abfallbehälter zu schaffen.

§8 Inkrafttreten

(1) Diese Verordnung tritt am 1. Januar 2003 in Kraft.

9.5.9 Bundesimmissionsschutzgesetz

Das so genannte „Bundes-Immissionsschutzgesetz“ (**BImSchG**) ist die Kurzbezeichnung für das „**deutsche Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen**“. Es ist dem Gebiet des Umweltrechts zuzuordnen und ist eines der wohl bedeutendsten und praxisrelevantesten Regelwerke dieses Rechtsgebietes.

Dieses Gesetz vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830) in der zur Zeit gültigen Fassung vom 8. Juli 2004 (BGBl. I S. 21578) ist ein deutsches Bundesgesetz und stammt aus dem Jahr 1974. Es geht in seiner Regelungsstruktur (etwa: die Genehmigungspflicht, die ennummerative Aufzählung der genehmigungsbedürftigen Anlagen, Instrumente der nachträglichen Anordnung und der Stillegungs-/Beseitigungsverfügung) aus den §§ 16 - 25 der Gewerbeordnung hervor, die schon im Kaiserreich das Anlagengenehmigungsrecht regelten. Für die umweltmäßige Überhöhung der mit seinem Erlass ins Immisionsschutzgestz ausgewanderten gewerberechtlichen Vorschriften dürfte (besonders bezüglich der Technikstandards) nicht zuletzt der US-amerikanische Clean Air Act (CAA, eingerückt in U.S.Code, Titel 42, §§ 7401 ff.) von 1970 Pate gestanden haben. Auch heute noch ist das Immissionsschutzgesetz das Genehmigunsrecht für Industrie- und Gewerbeanlagen schlechthin, weshalb seine Ausführung vielfach noch durchaus sinngerecht bei den Gewerbebehörden liegt.

Das Gesetz wurde zu einer Zeit erlassen, als industrielle Emissionen als ein ernsthaftes Problem nicht nur für die menschliche Gesundheit, sondern auch für die sonstige Umwelt erkannt worden waren und deren Regulierung mit dem Instrumentarium der Gewerbeordnung (beispielsweise frühere politische Kampagnen wie „Blauer Himmel über der Ruhr“) an ihren Grenzen angelangt war. Es ist seitdem vielfach verändert, in seinem Regelungsumfang erweitert und in der Regelungstechnik verfeinert worden.

Ansatzpunkt des Gesetzes sind bestimmte Formen der Umwelteinwirkung (= Immission), die als „Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgänge“ definiert werden, also nur Imponderabilien sein können. Aus der Sicht von Umweltschutz oder Umwelttechnik erscheint diese Fixierung des Gesetzes auf unwägbare Stoffe eher willkürlich; sie erklärt sich aber aus dem Bürgerlichen Recht. § 906 Absatz 1 Satz 1 des Bürgerlichen Gesetzbuches lautet:



„Der Eigentümer eines Grundstücks kann die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnliche von einem anderen Grundstück ausgehende Einwirkungen insoweit nicht verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstücks nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt. Eine unwesentliche Beeinträchtigung liegt in der Regel vor, wenn die in Gesetzen oder Rechtsverordnungen festgelegten Grenz- oder Richtwerte von den nach diesen Vorschriften ermittelten und bewerteten Einwirkungen nicht überschritten werden.“

Das aufgrund der grundsätzlichen Konzentrierung auf imponderabile Einwirkungen anfangs eher medial auf die Luft bezogene Gesetz dient heute, nachdem es infolge ganzheitlicher Umweltschutzansätze der Europäischen Union ergänzt wurde, auch dem ganzheitlichen Umweltschutz. Dies zeichnet es gegenüber vielen anderen Umweltgesetzen, die noch immer an bestimmten Umweltmedien orientiert sind, aus. Ob das Immissionschutzgesetz seiner Regelungsstruktur nach für einen ganzheitlichen Ansatz geeignet ist kann jedoch füglich bestritten werden, da es allein gegenüber einer bestimmten Gruppe von Emittenten ausreichende administrative Handhaben zur Verfügung stellt.

Das Gesetz selbst regelt nur die grundsätzlichen Anforderungen. Die für die Praxis wesentlichen, überwiegend technischen Einzelheiten sind in zahlreichen **Durchführungsverordnungen** (**BImSchV**) geregelt, die konkrete Anforderungen an bestimmte Typen von Anlagen definieren sowie Einzelheiten zum Genehmigungsverfahren und zur Überwachung von Anlagen enthalten.

Für Genehmigungsverfahren sind von den mehr als 30 Durchführungsverordnungen zum BImSchG die für den Installateur für Biomasseanlagen folgenden Durchführungsverordnungen von besonderer Bedeutung:

- 1. BImSchV (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen)
- 4. BImSchV (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen)

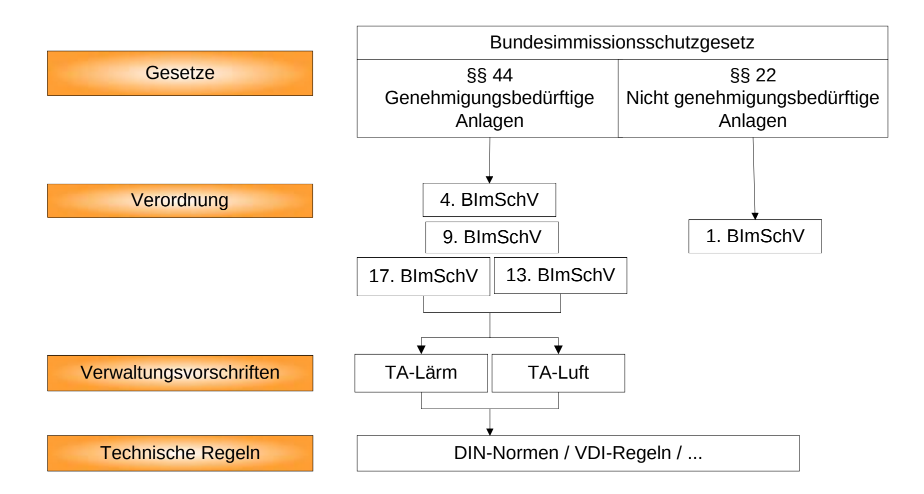


Abbildung 66: Übersicht über Gesetze und Verordnungen zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) (Quelle: BMU, FNR 2000)

9.5.101. Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV)

Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Artikel 1 der Verordnung zur Neufassung der Ersten und Änderung der Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes)

Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen

Datum: 15. Juli 1988 (Fundstelle: BGBl I 1988, 1059) (+++ Stand: Neugefasst durch Bek. v. 14. 3. 1997 I 490, zuletzt geändert durch Art. 4 V v. 14. 8.2003 I 1614 +++)

Inhaltsübersicht:

Erster Abschnitt, Allgemeine Vorschriften

§ 1 Anwendungsbereich

§ 2 Begriffsbestimmungen

§ 3 Brennstoffe

Zweiter Abschnitt, Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe

§ 4 Allgemeine Anforderungen

§ 5 Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung bis 15 Kilowatt

§ 6 Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung über 15 Kilowatt

Dritter Abschnitt, Öl- und Gasfeuerungsanlagen

§ 7 Allgemeine Anforderungen

§ 8 Ölfeuerungsanlagen mit Verdampfungsbrenner

§ 9 Ölfeuerungsanlagen mit Zerstäubungsbrenner

§ 10 Gasfeuerungsanlagen

§ 11 Begrenzung der Abgasverluste

§ 11a Öl- und Gasfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 10 Megawatt bis 20 Megawatt

Vierter Abschnitt, Überwachung

§ 12 Meßöffnung

§ 13 Meßgeräte

§ 14 Überwachung neuer und wesentlich geänderter Feuerungsanlagen

§ 15 Wiederkehrende Überwachung

§ 16 Zusammenstellung der Meßergebnisse

§ 17 Eigenüberwachung

§ 17a Überwachung von Öl- und Gasfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 10 Megawatt bis 20 Megawatt

Fünfter Abschnitt, Gemeinsame Vorschriften

§ 18 Ableitbedingungen für Abgase

§ 18a Anzeige

§ 19 Weitergehende Anforderungen



§ 20 Zulassung von Ausnahmen

§ 21 Zugänglichkeit der Norm- und Arbeitsblätter

§ 22 Ordnungswidrigkeiten

Sechster Abschnitt, Schlußvorschriften

§ 23 Übergangsregelung

§ 23a Übergangsregelung für bestimmte Öl- und Gasfeuerungen

§ 24 (weggefallen)

Anlagen

I Ringelmann-Skala

II Meßöffnung

III Anforderungen an die Durchführung der Messungen im Betrieb

IIIa Bestimmung des Nutzungsgrades und des Stickstoffoxidgehaltes unter Prüfbedingungen

IV Bescheinigung für flüssige oder gasförmige Brennstoffe

V Bescheinigung für feste Brennstoffe

Allgemeine Vorschriften

§ 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Feuerungsanlagen, die keiner Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bedürfen.

(2) Die §§ 4 bis 18 gelten nicht für

1. Feuerungsanlagen, die nach dem Stand der Technik ohne eine Einrichtung zur Ableitung der Abgase betrieben werden können, insbesondere Infrarotheizstrahler,
2. Feuerungsanlagen, die dazu bestimmt sind, Güter durch unmittelbare Berührung mit heißen Abgasen zu trocknen oder Speisen durch unmittelbare Berührung mit heißen Abgasen zu backen oder in ähnlicher Weise zuzubereiten, soweit sie nicht dem Anwendungsbereich des § 11a unterliegen,
3. Feuerungsanlagen, von denen nach den Umständen zu erwarten ist, daß sie nicht länger als während der drei Monate, die auf die Inbetriebnahme folgen, an demselben Ort betrieben werden.

§ 2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Verordnung bedeuten die Begriffe

1. **Abgasverlust**: die Differenz zwischen dem Wärmeinhalt des Abgases und der Verbrennungsluft, bezogen auf den Heizwert des Brennstoffes;
2. **bivalente Heizungen**: Heizungen, bei denen Öl- oder Gasfeuerungsanlagen in Verbindung mit einer Wärmepumpe oder einem Solarkollektor betrieben werden, soweit die Wärmepumpe oder der Solarkollektor nicht ausschließlich der Brauchwassererwärmung dient;
3. **Brennwertgeräte**: Wärmeerzeuger, bei denen die Verdampfungswärme des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes konstruktionsbedingt durch Kondensation nutzbar gemacht wird;
4. **Emissionen**: die von einer Feuerungsanlage ausgehenden Luftverunreinigungen; Konzentrationsangaben beziehen sich auf das Abgasvolumen im Normzustand (273 K, 1013 hPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf;

5. **Feuerungsanlage**: eine Anlage, bei der durch Verfeuerung von Brennstoffen Wärme erzeugt wird; zur Feuerungsanlage gehören Feuerstätte und, soweit vorhanden, Verbindungsstück und Abgaseinrichtung;
6. **Feuerungswärmeleistung**: der auf den unteren Heizwert bezogene Wärmeinhalt des Brennstoffs, der einer Feuerungsanlage im Dauerbetrieb je Zeiteinheit zugeführt werden kann;
7. **Holzschutzmittel**: bei der Be- und Verarbeitung des Holzes eingesetzte Stoffe mit biozider Wirkung gegen holzzerstörende Insekten oder Pilze sowie holzverfärbende Pilze; ferner Stoffe zur Herabsetzung der Entflammbarkeit von Holz;
8. **Kern des Abgasstromes**: den Teil des Abgasstromes, der im Querschnitt des Abgaskanals im Bereich der Meßöffnung die höchste Temperatur aufweist;
9. **naturbelassenes Holz**: Holz, das ausschließlich mechanischer Bearbeitung ausgesetzt war und bei seiner Verwendung nicht mehr als nur unerheblich mit Schadstoffen kontaminiert wurde;
10. **Nennwärmeleistung**: Die höchste von der Feuerungsanlage im Dauerbetrieb nutzbar abgegebene Wärmemenge je Zeiteinheit; ist die Feuerungsanlage für einen Nennwärmeleistungsbereich eingerichtet, so ist die Nennwärmeleistung, die in den Grenzen des Nennwärmeleistungsbereichs fest eingestellte und auf einem Zusatzschild angegebene höchste nutzbare Wärmeleistung; ohne Zusatzschild gilt als Nennwärmeleistung der höchste Wert des Nennwärmeleistungsbereichs; 10a. **Nutzungsgrad**: das Verhältnis der von einer Feuerungsanlage nutzbar abgegebenen Wärmemenge (Heizwärme) zu dem der Feuerungsanlage mit dem Brennstoff zugeführten Wärmeinhalt (Feuerungswärme), bezogen auf eine Heizperiode mit festgelegter Wärrnebedarfs-Häufigkeitsverteilung nach Anlage IIIa Nr. 1; 10b. **Offener Kamin**: Feuerstätte für feste Brennstoffe, die bestimmungsgemäß offen betrieben werden kann, soweit die Feuerstätte nicht ausschließlich für die Zubereitung von Speisen bestimmt ist;
11. **Ölderivate**: schwerflüchtige organische Substanzen, die sich bei der Bestimmung der Rußzahl auf dem Filterpapier niederschlagen;
12. **Rußzahl**: die Kennzahl für die Schwärzung, die die im Abgas enthaltenen staubförmigen Emissionen bei der Rußzahlbestimmung nach DIN 51402 Teil 1, Ausgabe Oktober 1986, hervorrufen. Maßstab für die Schwärzung ist das optische Reflexionsvermögen; einer Erhöhung der Rußzahl um 1 entspricht eine Abnahme des Reflexionsvermögens um 10 vom Hundert;
13. **wesentliche Änderung**: eine Änderung an einer Feuerstätte, die die Art oder die Menge der Emissionen erheblich verändern kann; eine wesentliche Änderung liegt regelmäßig vor bei
    a) Umstellung einer Feuerungsanlage auf einen anderen Brennstoff, es sei denn, die Feuerungsanlage ist für wechselweisen Brennstoffeinsatz eingerichtet,
    b) Austausch eines Kessels,
    c) Veränderung der Nennwärmeleistung, sofern sie nach § 15 eine Änderung in der Überwachung nach sich zieht.

§ 3 Brennstoffe

(1) In Feuerungsanlagen nach § 1 dürfen nur die folgenden Brennstoffe eingesetzt werden:

1. Steinkohlen, nicht pechgebundene Steinkohlenbriketts, Steinkohlenkoks,
2. Braunkohlen, Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks,
3. Torfbriketts, Brenntorf, 3a. Grillholzkohle, Grillholzkohlebriketts,
4. naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde, beispielsweise in Form von Scheitholz, Hackschnitzeln, sowie Reisig und Zapfen,
5. naturbelassenes nicht stückiges Holz, beispielsweise in Form von Sägemehl, Spänen, Schleifstaub oder Rinde, 5a. Preßlinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzkohlebriketts entsprechend DIN 51731, Ausgabe Mai 1993, oder vergleichbare Holzpellets oder andere Preßlinge aus naturbelassenem Holz mit gleichwertiger Qualität,



6. gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder enthalten sind und Beschichtungen nicht aus halogenorganischen Verbindungen bestehen,
7. Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder enthalten sind und Beschichtungen nicht aus halogenorganischen Verbindungen bestehen,
8. Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe,
9. Heizöl EL nach DIN 51603-1, Ausgabe März 1998, sowie Methanol, Ethanol, naturbelassene Pflanzenöle oder Pflanzenölmethylester,
10. Gase der öffentlichen Gasversorgung, naturbelassenes Erdgas oder Erdölgas mit vergleichbaren Schwefelgehalten sowie Flüssiggas oder Wasserstoff,
11. Klärgas mit einem Volumengehalt an Schwefelverbindungen bis zu 1 vom Tausend, angegeben als Schwefel, oder Biogas aus der Landwirtschaft,
12. Koksofengas, Grubengas, Stahlgas, Hochofengas, Raffineriegas und Synthesegas mit einem Volumengehalt an Schwefelverbindungen bis zu 1 vom Tausend, angegeben als Schwefel.

(2) Der Massegehalt an Schwefel der in Absatz 1 Nr. 1 bis 3 genannten Brennstoffe darf 1,0 vom Hundert der Rohsubstanz nicht überschreiten. Bei Steinkohlenbriketts oder Braunkohlenbriketts gilt diese Anforderung auch als erfüllt, wenn durch eine besondere Vorbehandlung eine gleichwertige Begrenzung der Emissionen an Schwefeldioxid im Abgas sichergestellt ist.

(3) Die in Absatz 1 Nr. 4 bis 8 genannten Brennstoffe dürfen in handbeschickten Feuerungsanlagen nur in lufttrockenem Zustand eingesetzt werden.

(4) Preßlinge nach Absatz 1 Nr. 5a oder Briketts aus Brennstoffen nach Absatz 1 Nr. 6 bis 8 dürfen nicht unter Verwendung von Bindemitteln hergestellt sein. Ausgenommen davon sind Bindemittel aus Stärke, pflanzlichem Paraffin oder aus Melasse.

Zweiter Abschnitt

Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe

§ 4 Allgemeine Anforderungen

(1) Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe sind im Dauerbetrieb so zu betreiben, daß ihre Abgasfahne heller ist als der Grauwert 1 der in der Anlage I angegebenen Ringelmann-Skala.

(2) Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe dürfen nur mit Brennstoffen betrieben werden, für deren Einsatz sie nach den Angaben des Herstellers geeignet sind. Errichtung und Betrieb haben sich nach der Anweisung des Herstellers zu richten.

(3) Offene Kamine dürfen nur gelegentlich betrieben werden. In ihnen darf nur naturbelassenes stückiges Holz nach § 3 Abs. 1 Nr. 4 oder Presslinge in Form von Holzbriketts nach § 3 Abs. 1 Nr. 5a eingesetzt werden.

Satz 2 gilt nicht für offene Kamine, die mit geschlossenem Feuerraum betrieben werden, wenn deren Wärmeabgabe bestimmungsgemäß überwiegend durch Konvektion erfolgt.

§ 5 Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung bis 15 Kilowatt

Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe mit einer Nennwärmeleistung bis 15 Kilowatt dürfen nur mit den in § 3 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 oder 5a genannten Brennstoffen betrieben werden.

§ 6 Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung über 15 Kilowatt

(1) Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 15 Kilowatt sind so zu errichten und zu betreiben, daß die Emissionen in Abhängigkeit von den eingesetzten Brennstoffen folgende Begrenzungen einhalten:

1. Bei Einsatz der in § 3 Abs. 1 Nr. 1 bis 3a genannten Brennstoffe

   Die nach der Anlage III Nr. 2 ermittelten staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen eine Massenkonzentration von 0,15 Gramm je Kubikmeter, bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 8 vom Hundert, nicht überschreiten.

2. Bei Einsatz der in § 3 Abs. 1 Nr. 4 bis 5a oder 8 genannten Brennstoffe

   a) Die nach der Anlage III Nr. 2 ermittelten staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen eine Massenkonzentration

   von 0,15 Gramm je Kubikmeter, bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas

   von 13 vom Hundert, nicht überschreiten.

   b) Die nach der Anlage III Nr. 2 ermittelten Emissionen an Kohlenmonoxid im Abgas dürfen die folgenden

   Massenkonzentrationen, bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13 vom

   Hundert, nicht überschreiten:

Nennwärmeleistung in Kilowatt	Massenkonzentration an Kohlenmonoxid in Gramm je Kubikmeter
bis 50	4
über 50 bis 150	2
über 150 bis 500	1
über 500	0,5

   Abweichend davon dürfen bei Feuerungsanlagen für den Einsatz der in § 3 Abs. 1 Nr. 8 genannten Brennstoffe mit einer Nennwärmeleistung bis weniger als 100 Kilowatt die Emissionen an Kohlenmonoxid im Abgas eine Massenkonzentration von 4 Gramm je Kubikmeter, bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13 vom Hundert, nicht überschreiten.

3. Bei Einsatz der in § 3 Abs. 1 Nr. 6 oder 7 genannten Brennstoffe

   a) Die nach der Anlage III Nr. 2 ermittelten staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen eine Massenkonzentration von 0,15 Gramm je Kubikmeter, bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13 vom Hundert, nicht überschreiten.

   b) Die nach der Anlage III Nr. 2 ermittelten Emissionen an Kohlenmonoxid im Abgas dürfen die folgenden Massenkonzentrationen, bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13 vom Hundert, nicht überschreiten:

Nennwärmeleistung in Kilowatt	Massenkonzentration an Kohlenmonoxid in Gramm je Kubikmeter
bis 100	0,8
über 100 bis 500	0,5
über 500	0,3



(2) Die in § 3 Abs. 1 Nr. 6 oder 7 genannten Brennstoffe dürfen nur in Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von mindestens 50 Kilowatt und nur in Betrieben der Holzbearbeitung oder Holzverarbeitung eingesetzt werden.

(3) Handbeschickte Feuerungsanlagen mit flüssigem Wärmeträgermedium sind bei Einsatz der in § 3 Abs. 1 Nr. 4 bis 8 genannten Brennstoffe grundsätzlich bei Vollast zu betreiben. Hierzu ist in der Regel ein ausreichend bemessener Wärmespeicher einzusetzen. Dies gilt nicht, wenn die Anforderungen nach Absatz 1 Nr. 2 oder 3 auch bei gedrosselter Verbrennungsluftzufuhr (Teillastbetrieb) eingehalten werden können.

(4) Die Absätze 1 bis 3 gelten nicht für

4. vor dem 1. Oktober 1988, in dem in Artikel 3 des Einigungsvertrages genannten Gebiet vor dem 3. Oktober 1990, errichtete Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung bis 22 Kilowatt,
5. Kochheizherde oder Kachelöfen ohne Heizeinsatz (Grundöfen).

Diese Feuerungsanlagen dürfen nur mit den in § 3 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 genannten Brennstoffen oder mit Preßlingen in Form von Holzbriketts nach § 3 Abs. 1 Nr. 5a betrieben werden.

Vierter Abschnitt

Überwachung

§ 12 Meßöffnung

Der Betreiber einer Feuerungsanlage, für die nach den §§ 14 und 15 Messungen durch den zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister vorgeschrieben sind, hat eine Meßöffnung herzustellen oder herstellen zu lassen, die den Anforderungen nach Anlage II entspricht. Hat eine Feuerungsanlage mehrere Verbindungsstücke, ist in jedem Verbindungsstück eine Meßöffnung einzurichten. In anderen als den in Satz 1 genannten Fällen hat der Betreiber auf Verlangen der zuständigen Behörde die Herstellung einer Meßöffnung zu gestatten.

§ 13 Meßgeräte

(1) Die Messungen nach den §§ 14 und 15 sind mit geeigneten Meßgeräten durchzuführen. Die Messgeräte gelten grundsätzlich als geeignet, wenn sie eine Eignungsprüfung bestanden haben. Bei Meßgeräten zur Bestimmung der Rußzahl sind das Filterpapier und die Vergleichsskala in die Eignungsprüfung einzubeziehen. Zur Bestimmung der Verbrennungslufttemperatur kann anstelle eines eignungsgeprüften Meßgerätes ein geeichtes Quecksilber-Thermometer eingesetzt werden.

(2) Die eingesetzten Meßgeräte sind halbjährlich einmal in einer technischen Prüfstelle der Innung für das Schornsteinfegerhandwerk oder in einer anderen von der zuständigen Behörde anerkannten Prüfstelle zu überprüfen.

§ 14 Überwachung neuer und wesentlich geänderter Feuerungsanlagen

(1) Der Betreiber einer nach dem 1. Oktober 1988, in dem in Artikel 3 des Einigungsvertrages genannten Gebiet nach dem 3. Oktober 1990, errichteten oder wesentlich geänderten Feuerungsanlage mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 4 Kilowatt, für die in § 6 Abs. 1 oder in den §§ 8 bis 11 Anforderungen festgelegt sind, hat die Einhaltung der jeweiligen Anforderungen innerhalb von 4 Wochen nach der Inbetriebnahme durch Messungen vom zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister feststellen zu lassen.

(2) Absatz 1 gilt nicht für

1. Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung bis 11 Kilowatt, soweit sie der Beheizung eines Einzelraumes oder ausschließlich der Brauchwassererwärmung dienen,
2. Feuerungsanlagen, bei denen Methanol, Ethanol, Wasserstoff, Biogas, Klärgas, Grubengas, Stahlgas, Hochofengas oder Raffineriegas eingesetzt werden, sowie Feuerungsanlagen, bei denen naturbelassenes Erdgas oder Erdölgas an der Gewinnungsstelle eingesetzt werden,
3. Feuerungsanlagen, die als Brennwertgeräte eingerichtet sind, soweit die Einhaltung der Anforderungen an die Begrenzung der Abgasverluste nach § 11 festgestellt werden soll.

(3) Die Messungen sind während der üblichen Betriebszeit einer Feuerungsanlage nach der Anlage III durchzuführen. Über das Ergebnis der Messungen hat der Bezirksschornsteinfegermeister dem Betreiber der Feuerungsanlage eine Bescheinigung nach dem Muster der Anlage IV oder V auszustellen.

(4) Ergibt eine Messung nach Absatz 1, daß die Anforderungen nicht erfüllt sind, so hat der Betreiber von dem zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister innerhalb von sechs Wochen nach der ersten Messung eine Wiederholungsmessung durchführen zu lassen. Ergibt auch diese Wiederholungsmessung, daß die Anforderungen nicht erfüllt sind, so leitet der Bezirksschornsteinfegermeister innerhalb von zwei Wochen der zuständigen Behörde eine Durchschrift der Bescheinigung über das Ergebnis der ersten Messung und der Wiederholungsmessung zu.

(5) Der Bezirksschornsteinfegermeister hat die Durchführung der Messungen nach Absatz 1 in das Kehrbuch einzutragen. Die Unterlagen über die Durchführung seiner Überwachungsaufgaben hat er mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

§ 15 Wiederkehrende Überwachung

(1) Der Betreiber

1. einer mechanisch beschickten Feuerungsanlage für den Einsatz der in § 3 Abs. 1 Nr. 1 bis 5a oder 8 genannten festen Brennstoffe mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 15 Kilowatt oder
2. einer Feuerungsanlage für den Einsatz der in § 3 Abs. 1 Nr. 6 oder 7 genannten festen Brennstoffe mit einer Nennwärmeleistung von mindestens 50 Kilowatt oder
3. einer Öl- oder Gasfeuerungsanlage mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 11 Kilowatt,

für die in § 6 Abs. 1 oder in den §§ 8 bis 11 Anforderungen festgelegt sind, hat die Einhaltung der jeweiligen Anforderungen einmal in jedem Kalenderjahr vom zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister durch wiederkehrende Messungen feststellen zu lassen. Dies gilt nicht für

a) Feuerungsanlagen nach § 14 Abs. 2 Nr. 2,

b) Feuerungsanlagen nach § 14 Abs. 2 Nr. 3, soweit es um die Feststellung der Abgasverluste geht,

c) bivalente Heizungen und

d) vor dem 1. Januar 1985 errichtete Gasfeuerungsanlagen mit Außenwandanschluß.

(2) Die wiederkehrenden Messungen sind in regelmäßigen Abständen durchzuführen. Abweichend von Absatz 1 sind Feuerungsanlagen, die jährlich bis zu höchstens 300 Stunden und ausschließlich zur Trocknung von selbstgewonnenen Erzeugnissen in landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt werden und bei denen die Trocknung über Wärmeaustauscher erfolgt, nur in jedem dritten Kalenderjahr vom zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister überwachen zu lassen.

(3) Der Bezirksschornsteinfegermeister kündigt dem Betreiber den voraussichtlichen Zeitpunkt der wiederkehrenden Messungen nach Absatz 1 zwischen acht bis sechs Wochen vorher schriftlich an.

(4) Die Vorschriften des § 14 Abs. 3 bis 5 gelten entsprechend.

§ 16 Zusammenstellung der Meßergebnisse

[1] Der Bezirksschornsteinfegermeister meldet die Ergebnisse der Messungen nach den §§ 14 und 15 kalenderjährlich gemäß näherer Weisung der Innung für das Schornsteinfegerhandwerk dem zuständigen Landesinnungsverband. [2] Die Landesinnungsverbände für das Schornsteinfegerhandwerk erstellen für jedes Kalenderjahr Übersichten über die Ergebnisse der Messungen und legen diese Übersichten im Rahmen der gesetzlichen Auskunftspflichten der Innungen für das Schornsteinfegerhandwerk der für den Immissionsschutz zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht zuständigen Behörde bis zum 30. April des folgenden Jahres vor. Der zuständige Zentralinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks erstellt für jedes Kalenderjahr eine entsprechende länderübergreifende Übersicht und legt diese dem Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bis zum 30. Juni des folgenden Jahres vor.

§ 17 Eigenüberwachung



(1) Die Aufgaben des Bezirksschornsteinfegermeisters nach den §§ 14 bis 16 werden bei Feuerungsanlagen der Bundeswehr, soweit der Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen nach § 1 der Vierzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 9. April 1986 (BGBl. I S. 380) Bundesbehörden obliegt, von Stellen der zuständigen Verwaltung wahrgenommen. Sie teilt die Wahrnehmung der Eigenüberwachung der für den Vollzug dieser Verordnung jeweils örtlich zuständigen Landesbehörde und dem Bezirksschornsteinfegermeister mit.

(2) Die in Absatz 1 genannten Stellen richten die Bescheinigungen nach § 14 Abs. 3 sowie die Informationen nach § 14 Abs. 4 Satz 2 und § l6 Satz 1 an die zuständige Verwaltung. Anstelle des Kehrbuchs führt sie vergleichbare Aufzeichnungen.

(3) Die zuständige Verwaltung erstellt landesweite Übersichten über die Ergebnisse der Messungen nach den §§ 14 und 15 und teilt sie den für den Immissionsschutz zuständigen obersten Landesbehörden oder den nach Landesrecht zuständigen Behörden und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit innerhalb der Zeiträume gemäß § 16 Satz 2 und 3 mit.

Fünfter Abschnitt

Gemeinsame Vorschriften

§ 18 Ableitbedingungen für Abgase

(1) Bei Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 Megawatt oder mehr hat die Höhe der Austrittsöffnung für die Abgase

1. die höchste Kante des Dachfirstes um mindestens 3 Meter zu überragen und
2. mindestens 10 Meter über Flur zu liegen.

Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad ist die Höhe der Austrittsöffnung auf einen fiktiven Dachfirst zu beziehen, dessen Höhe unter Zugrundelegung einer Dachneigung von 20 Grad zu berechnen ist. Satz 1 Nr. 1 gilt nicht für Feuerungsanlagen in Warmumformungsbetrieben, soweit Windleitflächenlüfter eingesetzt werden.

(2) Die Abgase von Feuerungsanlagen nach § 11a sind über einen oder mehrere Schornsteine abzuleiten, deren Höhe nach den Vorschriften der TA Luft zu berechnen ist.

§ 18a Anzeige

Der Betreiber einer Feuerungsanlage nach § 11a hat diese der zuständigen Behörde spätestens einen Monat vor der Inbetriebnahme anzuzeigen.

§ 19 Weitergehende Anforderungen

Die Befugnis der zuständigen Behörde, auf Grund des Bundes-Immissionsschutzgesetzes andere oder weitergehende Anordnungen zu treffen, bleibt unberührt.

§ 20 Zulassung von Ausnahmen

Die zuständige Behörde kann auf Antrag Ausnahmen von den Anforderungen der §§ 3 bis 11a und des § 18 zulassen, soweit diese im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen und schädliche Umwelteinwirkungen nicht zu befürchten sind.

§ 21 Zugänglichkeit der Norm- und Arbeitsblätter

Die im § 2 Nr. 12, im § 3 Abs. 1 Nr. 5a und 9, im § 7 Abs. 4, in der Anlage III Nr. 3.2 und 3.3 sowie in der Anlage IIIa Nr. 1.1 und 2.1 genannten DIN-Normblätter sind bei der Beuth-Verlag GmbH, Berlin, zu beziehen. Die genannten Normen sind beim Deutschen Patentamt archivmäßig gesichert hinterlegt.

§ 22 Ordnungswidrigkeiten



Ordnungswidrig im Sinne des § 62 Abs. 1 Nr. 7 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig

1. entgegen § 3 Abs. 1 oder § 4 Abs. 3 Satz 2 andere als die dort aufgeführten Brennstoffe einsetzt,
2. entgegen § 4 Abs. 1 oder den §§ 5 oder 6 Abs. 4 Satz 2 oder § 7 Abs. 2 eine Feuerungsanlage betreibt,
3. entgegen § 6 Abs. 1 oder den §§ 8, 9 oder 10 eine Feuerungsanlage errichtet oder betreibt,
4. entgegen § 6 Abs. 2 Brennstoffe in anderen als den dort bezeichneten Feuerungsanlagen oder Betrieben einsetzt, 4a. entgegen § 7 Abs. 3 einen Heizkessel in einer Feuerungsanlage einsetzt, 4b. entgegen § 11a Abs. 1 oder 2 eine Einzelfeuerungsanlage errichtet oder betreibt,
5. entgegen § 12 Satz 1 oder 2 eine Meßöffnung nicht herstellt oder nicht herstellen läßt oder entgegen § 12 Satz 3 die Herstellung einer Meßöffnung nicht gestattet,
6. entgegen § 14 Abs. 1 oder 4 Satz 1, auch in Verbindung mit § 15 Abs. 4, oder § 15 Abs. 1 Satz 1 eine Messung nicht oder nicht rechtzeitig durchführen läßt,
7. entgegen § 17a Abs. 1 eine Einzelfeuerungsanlage nicht, nicht richtig oder nicht rechtzeitig ausrüstet,
8. entgegen § 17a Abs. 2 Satz 1 eine Messeinrichtung nicht oder nicht rechtzeitig kalibrieren oder nicht oder nicht rechtzeitig prüfen lässt,
9. entgegen § 17a Abs. 2 Satz 2 die Kalibrierung nicht oder nicht rechtzeitig wiederholen lässt,
10. entgegen § 17a Abs. 2 Satz 3 eine Bescheinigung nicht oder nicht rechtzeitig vorlegt,
11. entgegen § 17a Abs. 4 die Einhaltung der Anforderungen nicht oder nicht rechtzeitig prüfen lässt oder eine Prüfung nicht oder nicht rechtzeitig wiederholen lässt,
12. entgegen § 17a Abs. 5 Satz 1 oder 3 einen Messbericht nicht oder nicht rechtzeitig vorlegt oder nicht oder nicht mindestens fünf Jahre aufbewahrt oder
13. entgegen § 18a eine Anzeige nicht, nicht richtig oder nicht rechtzeitig erstattet.

9.5.114. Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV)

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Art. 1 d. V zur Neufassung und Änderung von Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) 24. Juli 1985 (Fundstelle: BGBl I 1985, 1586)

§ 1 Genehmigungsbedürftige Anlagen

(1) Die Errichtung und der Betrieb der im Anhang genannten Anlagen bedürfen einer Genehmigung, soweit den Umständen nach zu erwarten ist, daß sie länger als während der zwölf Monate, die auf die Inbetriebnahme folgen, an demselben Ort betrieben werden. Für die in Nummer 8 des Anhangs genannten Anlagen, ausgenommen Anlagen zur Behandlung am Entstehungsort, gilt Satz 1 auch, soweit sie weniger als während der zwölf Monate, die auf die Inbetriebnahme folgen, an demselben Ort betrieben werden sollen. Für die in den Nummern 2.9, 2.10 Spalte 2, 7.4, 7.5, 7.25, 7.28, 9.1, 9.3 bis 9.8 und 9.11 bis 9.35 des Anhangs genannten Anlagen gilt Satz 1 nur, soweit sie gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen verwendet werden. Hängt die Genehmigungsbedürftigkeit der im Anhang genannten Anlagen vom Erreichen oder Überschreiten einer bestimmten Leistungsgrenze oder Anlagengröße ab, ist jeweils auf den rechtlich und tatsächlich möglichen Betriebsumfang der durch denselben Betreiber betriebenen Anlage abzustellen.

(2) Das Genehmigungserfordernis erstreckt sich auf alle vorgesehenen

1. Anlagenteile und Verfahrensschritte, die zum Betrieb notwendig sind, und



2. Nebeneinrichtungen, die mit den Anlagenteilen und Verfahrensschritten nach Nummer 1 in einem räumlichen und betriebstechnischen Zusammenhang stehen und die für

   a) das Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen

   b) die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen oder

   c) das Entstehen sonstiger Gefahren, erheblicher Nachteile oder erheblicher Belästigungen

   von Bedeutung sein können.

(3) Die im Anhang bestimmten Voraussetzungen liegen auch vor, wenn mehrere Anlagen derselben Art in einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang stehen (gemeinsame Anlage) und zusammen die maßgebenden Leistungsgrenzen oder Anlagengrößen erreichen oder überschreiten werden. Ein enger räumlicher und betrieblicher Zusammenhang ist gegeben, wenn die Anlagen

1. auf demselben Betriebsgelände liegen,
2. mit gemeinsamen Betriebseinrichtungen verbunden sind und
3. einem vergleichbaren technischen Zweck dienen.

(4) Gehören zu einer Anlage Teile oder Nebeneinrichtungen, die je gesondert genehmigungsbedürftig wären, so bedarf es lediglich einer Genehmigung.

(5) Soll die für die Genehmigungsbedürftigkeit maßgebende Leistungsgrenze oder Anlagengröße durch die Erweiterung einer bestehenden Anlage erstmals überschritten werden, bedarf die gesamte Anlage der Genehmigung.

(6) Keiner Genehmigung bedürfen Anlagen, soweit sie der Forschung, Entwicklung oder Erprobung neuer Einsatzstoffe, Brennstoffe, Erzeugnisse oder Verfahren im Labor- oder Technikumsmaßstab dienen; hierunter fallen auch solche Anlagen im Labor- oder Technikumsmaßstab, in denen neue Erzeugnisse in der für die Erprobung ihrer Eigenschaften durch Dritte erforderlichen Menge vor der Markteinführung hergestellt werden, soweit die neuen Erzeugnisse noch weiter erforscht oder entwickelt werden.

§ 2 Zuordnung zu den Verfahrensarten

(1) Das Genehmigungsverfahren wird durchgeführt nach

1. § 10 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes füra) Anlagen, die in Spalte 1 des Anhangs genannt sind,

   b) Anlagen, die sich aus in Spalte 1 und in Spalte 2 des Anhangs genannten Anlagen zusammensetzen,

   c) Anlagen, die in Spalte 2 des Anhangs genannt sind und zu deren Genehmigung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung ein Verfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen ist,

   aa) aufgrund einer Vorprüfung des Einzelfalls nach § 3c Abs. 1 Satz 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung,

   bb) als Teil kumulierender Vorhaben nach § 3b Abs. 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung oder

   cc) als Erweiterung eines Vorhabens nach § 3b Abs. 3 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung

   eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen ist,

2. § 19 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes im vereinfachten Verfahren für in Spalte 2 des Anhangs genannte AnlagenSoweit die Zuordnung zu den Spalten von der Leistungsgrenze oder Anlagengröße abhängt, gilt § 1 Abs. 1 Satz 3 entsprechend.

(2) Kann eine Anlage vollständig verschiedenen Anlagenbezeichnungen im Anhang zugeordnet werden, so ist die speziellere Anlagenbezeichnung maßgebend.



(3) Für in Spalte 1 des Anhangs genannte Anlagen, die ausschließlich oder überwiegend der Entwicklung und Erprobung neuer Verfahren, Einsatzstoffe, Brennstoffe oder Erzeugnisse dienen (Versuchsanlagen), wird das vereinfachte Verfahren durchgeführt, wenn die Genehmigung für einen Zeitraum von höchstens drei Jahren nach Inbetriebnahme der Anlage erteilt werden soll; dieser Zeitraum kann auf Antrag bis zu einem weiteren Jahr verlängert werden. Satz 1 findet auf Anlagen der Anlage 1 (Liste "UVP-pflichtige Vorhaben") zum Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung nur Anwendung, soweit nach den Vorschriften dieses Gesetzes eine Umweltverträglichkeitsprüfung nicht durchzuführen ist. Soll die Lage, die Beschaffenheit oder der Betrieb einer nach Satz 1 genehmigten Anlage für einen anderen Entwicklungs- oder Erprobungszweck geändert werden, ist ein Verfahren nach Satz 1 durchzuführen.

(4) Wird die für die Zuordnung zu den Spalten 1 oder 2 des Anhangs maßgebende Leistungsgrenze oder Anlagengröße durch die Errichtung und den Betrieb einer weiteren Teilanlage oder durch eine sonstige Erweiterung der Anlage erreicht oder überschritten, wird die Genehmigung für die Änderung in dem Verfahren erteilt, dem die Anlage nach der Summe ihrer Leistung oder Größe entspricht.



10. Checklisten

10.1.1 Checkliste Fehler

Häufige Fehler die bei Beratung, Planung und Ausführung von Biomasseheizungssystemen auftreten:

1. **Kundenanforderungen werden nicht erhoben/berücksichtigt**

   → Kundenwünsche, Erwartungen, Anforderungen sollten abgefragt werden und in der Anlagenplanung und bei der Systementscheidung Berücksichtigung finden

2. **Fehlende Kenntnisse über aktuelle Förderungssituation verschiedener Heizungssysteme**

   → Ständige Weiterbildung erforderlich

3. **Schlechte Planung des Brennstofflagers (zu geringe Lagerraumgröße, Einbringöffnung für Brennstoff zu klein, schlechte Lage der Einbringöffnung, Einbringung nur mit Hilfsmitteln möglich)**

   → Unterstützung des Betreibers bei der Gestaltung des Lagerraums, Einbeziehung möglicher Brennstofflieferanten, Lieferfahrzeuge

4. **Brennstofflieferung mit LKW nicht möglich wegen Gewichtsbeschränkung, Höhenbeschränkung, schlechter Untergrund, fehlende Umkehrmöglichkeiten**

   → Zufahrtswege zum und auf dem Grundstück berücksichtigen

5. **Mangelnder oder fehlender Kostenvergleich verschiedener Heizungssysteme**

   → Kostenvergleich zwischen verschiedenen Heizungssystemen erstellen, Informationen über Preisentwicklungen verschiedener Energieträger der letzten Jahre bereitstellen

6. **Keine Verwendung von energieeffizienten Bauteilen**

   → Einplanung und Information über effiziente Bauteile wie z.B. hocheffiziente Pumpen

7. **Fehlerhafte Erhebung der Gebäudeheizlast durch fehlende oder mangelhafte Heizlastberechnung, keine Berücksichtigung von geplanten Gebäudesanierungen**

   → Erstellung einer fundierten Heizlastberechnung oder Errechnung über den bisherigen Brennstoffbedarf, Berücksichtigung geplanter Gebäudesanierungen

8. **Überdimensionierte Heizkessel und Pumpen, keine Berücksichtigung der Gesamteffizienz**



→ Auslegung auf Basis einer fundiert errechneten Gebäudeheizlast, optimierte Pumpenauslegung

9. **Mangelnde Dokumentation der gesamten Anlage, (keine Fehlerliste, Betreiber hat keine Unterlagen um bei auftretenden Störungen selbst zu reagieren)**

   → Dokumentation der gesamten Anlage inkl. Heizungskomponenten erstellen und übergeben, Fehlerliste erstellen (häufig auftretende Fehler und deren Behebung)

10. **Mangelnde Wartungsanleitungen, Checklisten**

    → Wartungsanleitungen inkl. Checkliste was wann zu tun ist, erstellen und übergeben (für alle Komponenten die gewartet werden müssen)

11. **Mangelnde Kenntnis des Installateurs über Betrieb, Wartung, Bedienung der Anlage**

    → Ständige Weiterbildung erforderlich, vorab beim Anlagenhersteller informieren, schulen lassen

12. **Mangelnde Einschulung des Betreibers**

    → Ausführliche Einschulung auf die Anlage äußerst wichtig, Zeitbudget muss mit berücksichtigt werden, eventuell Nachschulung anbieten

13. **Fehlende Information über Brennstoffqualität (speziell bei Hackgut ist klar zu informieren welche Qualitätsanforderungen gegeben sind)**

    → Betreiber muss über die Brennstoffanforderungen informiert werden (Art des Brennstoffs, max. Wassergehalt, Korngröße, usw.) um den technischen Zustand der Anlage sicherzustellen und Gewährleistungsansprüche aufrecht zu erhalten

14. **Schlecht abgestimmte Termine bei der Montage**

15. **Mangelnde Ausführung des Lagerraums (z.B. Staubdichtheit, Erdung der Einfüllstutzen bei Pellets, Schrägboden zu flacher Winkel usw.)**

    → Anforderungen an die Gestaltung des Lagerraums einhalten

16. **Mangelnder Schallschutz**

    → siehe Anforderung Schallschutz

17. **Falsche Montage von Fühlern, hydraulische Anbindungen bei Pufferspeicher**

    → siehe Einbindung Pufferspeicher

18. **Mangelnde Kaminsanierung**

    → Abklärung mit Rauchfangkehrer

19. **Suboptimale hydraulische Einbindung verschiedener Systeme**

    → siehe hydraulische Einbindung

20. **Fehlende Nachbetreuung**



→ Eine Nachbetreuung der Anlagen sollte mit berücksichtigt werden z.B. Nachschulung der Betreiber

10.1.2 Checkliste Installation

wichtige Aspekte die bei der Installation von Biomasseheizungssystemen berücksichtigt werden sollten:

1. Beratung, Planung

- Anforderungen der Nutzer/Nutzungsverhalten erheben (Wünsche, Erwartungen)
- Prüfung der Möglichkeiten für die verschiedenen Heizungssysteme (Scheitholz, Hackgut, Pellets, FW-Anschluß) durch Begehung und Dokumentation der relevanten Räume, Zufahrt, Grundstück
- Lagerraumgröße vorhanden, geplant
- Platzverhältnisse bei der Zufahrt, Einbringung Brennstoff
- Zufahrtsweg zum Grundstück (Gewichts-, Höhenbeschränkungen)
- Welche Umbaumaßnahmen sind notwendig?
- Geeignetes Heizungssystem mit Betreiber vorselektieren
- Prüfung Kaminanlage ob diese für die Kesselanlage geeignet ist, ev. Rücksprachen mit Rauchfangkehrer
- Prüfung der rechtlichen und sicherheitstechnischen Aspekte (z.B. Brandschutz)
- Prüfung ob Pufferspeicher erforderlich/sinnvoll
- Auslegung der Kesselanlage entsprechend der Gebäudeheizlast (Heizlastberechnung oder bisheriger Brennstoffverbrauch), durchgeführte, geplante Gebäudesanierungen berücksichtigen.
- Berechnung Brennstoffverbrauch, geeignete Lagerraumgröße ermitteln (Optimum finden zwischen Investitionskosten des Lagerraums und Versorgungssicherheit bzw. Einsparungen beim Brennstoffeinkauf, für Pellets empfiehlt sich ein 1,5 faches Jahreslager)
- Brennstofflagerung auswählen (im Gebäude, eigener Lagerraum außerhalb des Gebäudes, Erdtank, Gewebetank, big-Bag,…)
- Prüfung der statischen Situation des Lagerraums, Elektro- und Wasserleitungen im Lagerraum sind zu vermeiden
- Pelletsaustragung optimal gestalten (opt. Schneckenlänge, Ansauglängen beachten < 15m, auf vollständige Austragung des Lagerraums achten, auf Staubdichtheit achten)



- Hydraulische Situation eines bestehenden Heizungssystem analysieren, Abstimmung mit Kesselanlage
- Einbringöffnungen, Türbreiten, Raumhöhen beachten
- Mögliche Einbindung einer Solaranlage beachten
- Betreiber auf Förderungen hinweisen
- Über Entsorgung der Altanlage informieren
- Aufklärung über pos. Umweltauswirkungen der Biomassekesselanlagen
- Argumente für Biomasseheizungen
- Vorteile/Nachteile Pellets – Hackgut – Scheitholz
- Preisentwicklung der Brennstoffpreise (Öl, Gas, Hackgut, Pellets, Scheitholz)
- Arbeitsaufwand der verschiedenen Heizungssysteme abklären (Wartung, Service, Brennstoffmanipulation)

2. Angebot, Verkauf

- Angebot/Kostenvergleich verschiedener Varianten durchführen
- Liste von Brennstofflieferanten bekannt geben
- Besichtigung einer vergleichbaren Anlage
- Berücksichtigung von energieeffizienten Bauteilen (Faktor 4 Pumpe)
- Servicevertrag anbieten

3. Montage

- Genaue zeitliche Planung des Montageablaufs mit Betreiber
- Entsorgung der Altanlage
- Brennstofflager Hackgut: Einfüllöffnung groß genug, Sicherheit, Staubentwicklung bei Schüttung (Hauswände!!), Feuchtigkeitsdicht, Belüftung, Lieferfahrzeug für Brennstoff beachten
- Schallübertragung vermeiden, Körperschall bewegter Teile
- Bei Kesselanordnung auf Zugänglichkeit bei der Wartung achten (Reinigung Wärmetauscher, Motorentausch, Schneckentausch,..)
- Montage der Kesselanlage durch Hersteller oder geschultes Fachpersonal (Sicherheitsvorschriften einhalten, Erdung metallischer Bauteile, Einfüllstutzen)
- Einbau von energieeffizienten Bauteilen (Pumpen), richtige Dimensionierung der Heizungskomponenten
- Isolierung der Heizungsleitungen, Rauchgasleitungen



4. Einschulung, Probebetrieb

- Inbetriebnahme durch Fachpersonal, Funktionstest
- Einregulierung der hydraulischen Kreise (keine unnötigen Wassermengen), geregelte Pumpen verwenden, Voreinstellung Heizkörperventile
- Ausführliche Einschulung einer geeigneten Person in Betrieb, Wartung, Service (Checkliste für Wartung, Service, Notfälle), Notfallnummern angeben
- Über Qualitätsanforderungen von Brennstoff und Lagerung informieren
- Bedienungsanleitungen, Dokumentation der gesamten Anlage übergeben
- Einschulungsprotokoll anfertigen
- Ordnungsgemäße Inbetriebnahme protokollieren
- Information zur Aschenentsorgung
- Gewährleistungsfristen hinweisen
- Übergabe der Anlage nach erfolgreichem Probebetrieb

5. Nachbetreuung

- Bei Bedarf Nachschulung des Betreibers
- Wartung bei Wartungsvertrag durchführen
- Unabhängig von Wartungsvertrag erkundigen ob alles läuft

11. Arbeitstabellen

11.1. Umrechnung von Energieeinheiten

	kJ	kcal	kWh	kg SKE	kg RÖE	barrel	m³ Erdgas
1 kJ	1	0,2388	0,000278	0,000034	0,000024	$1{,}76\cdot10^{-7}$	0,000032
1 kcal	4,1868	1	0,001163	0,000143	0,0001	$7{,}35\cdot10^{-7}$	0,00013
1 kWh	3 600	860	1	0,123	0,086	0,000063	0,113
1 kg SKE	29 308	7 000	8,14	1	0,70	0,0052	0,924
1 kg RÖE	41 868	10 000	11,63	1,428	1	0,0074	1,319
1 barrel	5 694 048	1 360 000	1 582	194,21	136	1	179,42
1 m³ Erdgas	31 736	7 580	8,816	1,082	0,758	0,0056	1

SKE = Steinkohleeinheiten

ROE = Rohöleinheiten

		J	kWh	PSh	kpm	kcal	SKE
1 J	**(= 1 Ws)**	**1**	$2{,}778\cdot10^{-7}$	$3{,}777\cdot10^{-7}$	0,1019716	$2{,}388\cdot10^{-4}$	$34{,}12\cdot10^{-9}$
1 kWh	**1 Kilowattstunde**	$3{,}6\cdot10^{6}$	**1**	1,35962	$3{,}671\cdot10^{5}$	859,845	$12{,}28\cdot10^{-2}$
1 PSh	**1 PS-Stunde**	$2{,}648\cdot10^{6}$	0,735499	**1**	$2{,}7\cdot10^{5}$	632,41	$90{,}36\cdot10^{-3}$
1 kpm	**1 Kilopondmeter**	9,80665	$2{,}724\cdot10^{-6}$	$3{,}70\cdot10^{-6}$	**1**	$2{,}342\cdot10^{-3}$	$33{,}47\cdot10^{-8}$
1 kcal	**1 Kilokalorie**	4186,8	$1{,}163\cdot10^{-3}$	$1{,}581\cdot10^{-3}$	426,935	**1**	$14{,}29\cdot10^{-5}$
1 SKE	**1 Steinkohleeinheit**	$29{,}308\cdot10^{6}$	8,141	11,067	$2{,}988\cdot10^{6}$	7 000	**1**

11.2. Andere Größen-Umrechnungen

11.2.1 Länge

		m	in	ft	yd	stat. mile	n mile
1 m		**1**	39,3701	3,28084	1,09361	0,00062	0,00054
1 inch	1 Zoll	0,0254	**1**	0,08333	0,02778	$1{,}5748\cdot10^{-5}$	$1{,}3716\cdot10^{-5}$
1 foot	1 Fuß	0,3048	12	**1**	0,3333	0,000189	0,000165
1 yard		0,9144	36	3	**1**	0,000568	0,000494
1 statute mile	1 Landmeile	1609,3	63360	5280	1760	**1**	0,868976
1 n mile	1 Seemeile	1852	72960	6076,12	2025,37	1,15078	**1**

11.2.2 Masse, Gewicht

		kg	t	oz	lb	sh tn	ton
1 kg		**1**	0,001	35,274	2,20462	0,00110	0,00098
1 t	1 Tonne	1 000	**1**	35 274	2 205	1,10231	0,98421
1 oz	1 ounce	0,02835	0,000028	**1**	0,0625	$3{,}1251\ 10^{-5}$	$2{,}7902\cdot10^{-5}$
1 lb	1 pound	0,45359	0,000454	16	**1**	0,0005	0,00045
1 sh tn	1 short ton	907	0,907185	32 000	2 000	**1**	0,8929
1 ton	1 (long) ton	1 016	1,01605	35 840	2 240	1,12	**1**

11.2.3 Kraft

		N	dyn	p	kp	lbf
1 N	1 Newton	**1**	10^{5}	101,9716	0,1019716	0,224809
1 dyn		10^{-5}	**1**	$1{,}0197\ 10^{-3}$	$1{,}0197\ 10^{-6}$	$2{,}2481\cdot10^{-6}$
1 p	1 Pond	$9{,}8067\cdot10^{-3}$	980,665	**1**	0,001	$2{,}2046\cdot10^{-3}$
1 kp	1 Kilopond	9,80665	$9{,}80665\cdot10^{5}$	1000	**1**	2,20462
1 lbf	1 pound-force	4,44822	$4{,}44823\cdot10^{5}$	453,592	0,453592	**1**

11.2.4 Druck

		Pa	bar	at	atm	Torr	psi
1 Pa		**1**	10^{-5}	$1{,}0197\cdot10^{-5}$	$9{,}8692\cdot10^{-6}$	0,007501	$1{,}4504\cdot10^{-6}$
1 bar		10^{5}	**1**	1,019716	0,986923	750,062	14,5038
1 at	(=10 m WS)	98 066	0,98065	**1**	0,967841	735,559	14,2233
1 atm		101 325	1,01325	1,033227	**1**	760	14,69595
1 Torr		133,3224	$1{,}3332\cdot10^{-3}$	$1{,}3595\cdot10^{-3}$	$1{,}3158\cdot10^{-3}$	**1**	$1{,}9337\cdot10^{-2}$
1 psi		$6{,}8948\ 10^{-3}$	$68{,}948\cdot10^{-3}$	$70{,}307\cdot10^{-3}$	$68{,}046\cdot10^{-3}$	51,7128	**1**

11.2.5 Leistung

		kW	PS	hp	kpm/s	kcal/s
1 kW	1 Kilowatt	**1**	1,35962	1,34102	101,9716	0,238846
1 PS	1 Pferdestärke	0,735499	**1**	0,986320	75	0,1757
1 hp	1 horsepower	0,745700	1,01387	**1**	76,042	0,17811
1 kpm/s		$9{,}807\cdot10^{-3}$	0,0133333	0,0131509	**1**	$2{,}342\cdot10^{-3}$
1 kcal/s		4,1868	5,692	5,614	426,939	**1**

11.2.6 Fläche

		m²
1 a	1 Ar	100
1 ha	1 Hektar	10 000
1 acre		4 047
mi²	square mile	2 589 988
yd²	square yard	0,836127
ft²	square foot	0,0929
in²	square inch	$6{,}4516\cdot10^{-4}$



11.2.7 Volumen

			m^3
1 fluid ounce	US	1,805 in^3	$2,9579 \cdot 10^{-5}$
1 fluid ounce	UK	1,734 in^3	$2,8415 \cdot 10^{-5}$
1 gal	1 gallon (US)		0,003785
1 gal	1 gallon (UK)		0,004546
yd^3	cubic yard		0,764555
ft^3	cubic foot		0,028317
in^3	cubic inch		$1,6387 \cdot 10^{-5}$
bushel			0,036369

11.2.8 Temperatur

		K
0 °C	Grad Celsius (absoluter Wert)	-273,15
1 °C	Temperaturdifferenz	1

11.3. Vorzeichen

a	Atto	10^{-18}	Trillionstel
f	Femto	10^{-15}	Billiardstel
p	Piko	10^{-12}	Billionstel
n	Nano	10^{-9}	Milliardstel
m	Mikro	10^{-6}	Millionstel
m	Milli	10^{-3}	Tausendstel
c	Zenti	10^{-2}	Hundertstel
d	Dezi	10^{-1}	Zehntel
da	Deka	10^{1}	Zehn
h	Hekto	10^{2}	Hundert
k	Kilo	10^{3}	Tausend
M	Mega	10^{6}	Million

G	Giga	10^{9}	Milliarde
T	Tera	10^{12}	Billion
P	Peta	10^{15}	Billiarde
E	Exa	10^{18}	Trillion

11.4. Elemente und Verbindungen

Actinium	**H**a**f**nium	**Ra**dium
Ag - Silber (lat. **Ar**g**entum)	**He**lium	**R**ado**n**
Aluminium	**Ho**lmium	**R**h**e**nium
Americium		**Rh**odium
Argon	**I** - Jod (engl. **I**odine)	**Rub**idium
Ar**s**en	**Ir**idium	**Ru**thenium
As**t**atin	**In**dium	
Au - Gold (lat. **Au**rum)		**Sam**arium
	Kalium	**Sb** - Antimon (lat. **St**i**b**ium)
Barium	**Kr**ypton	**Sc**andium
Ber**k**elium	**Ku**rtschatovium	**S**chwefel
Beryllium		**Se**len
Bi - Wismut (lat. **Bi**smutum)	**La**nthan	**Si**licium
Bor	**L**aw**r**encium	**Sn** - Zinn (lat. **St**a**n**num)
Brom	**Li**thium	**Sr**ontium
	Lutetium	
C - Kohlenstoff (lat. **C**arbon)		**Ta**ntal
Ca**d**mium	**Mg**nesium	**T**e**c**hnetium
Cä**s**ium	**M**a**n**gan	**Te**llur
Calcium	**M**en**d**elevium	**T**er**b**ium
Cali**f**ornium	**Mo**lybdän	**T**ha**l**lium
Cer		**Th**orium
Ch**l**or	**Na**trium	**T**huliu**m**
Ch**r**om	**N**eo**d**ym	**Ti**tan
Co - Kobalt (lat. **Co**baltum)	**Ne**on	
Cu - Kupfer (lat. **Cu**prum)	**N**e**p**tunium	**U**ran
Curiu**m**	**Ni**ckel	
	Nio**b**	**V**anadin
Dysprosium	**No**belium	
		Wolfram
Ein**s**teinium	**Os**mium	
Erbium		**Xe**non
Europium	**P**alla**d**ium	
	Pb - Blei (lat. **P**lum**b**um)	**Y**tter**b**ium



Fe - Eisen (lat. **Fe**rrum)	**P**hosphor	**Y**ttrium
Fer**m**ium	**Pl**atin	
Fluor	**P**l**u**tonium	**Z**i**n**k
Francium	**Po**lonium	**Z**i**r**konium
	Praseodym	
Ga**d**olinium	**P**ro**m**ethium	
Gallium	**P**rot**a**ctinium	
Germanium		

CO	Kohlenstoffmonoxyd
CO_2	Kohlenstoffdioxyd
CH_4	Methan
H_2SO_4	Schwefelsäure
HCl	Salzsäure
N_2O	Distickstoffoxyd
NO	Stickstoffmonoxid
NO_x	Stickstoffoxyde
C_nH_m	Kohlenwasserstoffe
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
O_3	Ozon

Danksagung

Hiermit bedanken sich die Autoren bei Hermann Pummer vom Österreichischen Biomasseverband e.V. Der Verband bietet seit 2000 in ganz Österreich Biowärme-Schulungen für Installateure an und verfügt somit über einen großen Erfahrungsreichtum. Durch die Gastteilnahme an einer Biowärme-Schulung konnten die Autoren einen Einblick darüber erlagen, wie die Biowärme-Kurse des Verbands organisiert und ausgeführt werden.

Weiterhin bedanken sich die Autoren bei Matthias Gaderer vom ZAE-Bayern (Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.) dafür, dass er einen Einblick in die Schulungsunterlagen des ZAE-Bayern ermöglicht hatte.

Für die zur Verfügung Stellung von Grafiken und Bildern sei allen zitierten Autoren und Organisationen gedankt, sowie der Firma HDG-Bavaria, Hargassner und Guntamatic.



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Trend der weltweiten Oberflächentemperaturen: Temperaturabweichungen in den letzten 100 bzw. 1000 Jahren (Quelle: IPCC 2006a) 42

Abbildung 2: Der Treibhauseffekt (Quelle: www.erdkunde-wissen.de) 45

Abbildung 3: Der Kohlenstoffkreislauf 47

Abbildung 4: Vergangene und zukünftige atmosphärische CO_2-Konzentrationen (Quelle: IPCC 2006b) 48

Abbildung 5: CO_2-Emmissionen (Tonnen C-Äquivalent) in verschiedenen Ländern: insgesamt akkumuliert (oben) und pro Kopf (unten) (Daten: CAIT Daten 2000 in WORLD RESOURCES INSTITUTE 2006) 49

Abbildung 6: Entwicklung der Weltbevölkerung (Quelle: STMWIVT 2006) 51

Abbildung 7: Bevölkerung und Primärenergieverbrauch auf der Welt. (Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006) 52

Abbildung 8: Die statische Reichweite der fossilen Energieträger (Quelle: Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006) 52

Abbildung 9: Die Reichweite der Energiereserven mit berücksichtigtem Verbrauchswachstum (1% beim Erdöl, 1,5% beim Erdgas). (Quelle: Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006) 53

Abbildung 10: Ölförderung in verschiedenen Regionen der Welt. (Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006) 54

Abbildung 11: Jährliche Erdölfunde (Quelle: LB-SYSTEMTECHNIK 2006) 55

Abbildung 12: Energieflussbild in Deutschland in Mio. t SKE im Jahr 2004 (Quelle: AGEB 2006) 62

Abbildung 13: Primärenergieverbrauch (nach Wirkungsgradmethode) in Deutschland nach Energieträgern (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2006) 62

Abbildung 14: Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2005 (Daten: BMU 2006a) 63

Abbildung 15: Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien 2004 (Daten: BMU 2005) 63

Abbildung 16: Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien 2005 (Daten: BMU 2006b) 64

Abbildung 17: Geschäftsbeziehung zwischen Installateur und Kunde 66



Abbildung 18: Veranschaulichung des Energieverbrauchs anhand unterschiedlicher Tätigkeiten im Vergleich (Quelle: STMWIVT 2006) 69
Abbildung 19: Mögliche biogene, Energieträger zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung für Kleinanlagen 75
Abbildung 20: Umrechnungsfaktoren für Festmeter (Fm) Raummeter (Rm) und Schüttraummeter (m²) (nach CMA 2003 in HARTMANN 2003b) 76
Abbildung 21: Heizwert (kWh) unterschiedlicher Holzarten eines Raummeters Holz bei einem Wassergehalt von 20% 77
Abbildung 22: Rohdichte von absolut trockenem Holz in g/cm³ 78
Abbildung 23: Holzhackschnitzel (Quelle: www.carmen-ev.de 2006) 79
Abbildung 24: links: Matrize zur Herstellung von Pellets. (Quelle: HDG-BAVARIA 2006) rechts: Holzpellets 83
Abbildung 25: Normungs-Zeichen für Pellets. 84
Abbildung 26: Pelletanlieferung (Quelle: www.carmen-ev.de 2006) 85
Abbildung 27: Vergleich der CO_2-Emissionen verschiedener Heizungssysteme inklusive der Vorketten in kg/MWh (Daten: FNR 2006) 87
Abbildung 28: verschiedene Brikett-Formen 88
Abbildung 29: Heizwert von Holz in Abhängigkeit vom Wassergehalt bzw. der Brennstoffeuchte (Quelle: NUSSBAUMER & KALTSCHMITT 2001) 93
Abbildung 30: Wärmenutzung von alten und neuen Heizanlagen im Vergleich. (Quelle: ENERGYDESIGN GMBH 2006) 101
Abbildung 31: Verlauf der Kohlendioxyd und Kohlenmonoxyd Konzentrationen im Abgas einer Naturzugfeuerung (Kachelofeneinsatz), einer handbeschickten Gebläsefeuerung (Stückholzkessel) und einer automatisch beschickten Feuerung im betriebswarmen Zustand (nach LAUNHARDT et al. 1988) 103
Abbildung 32: Vergleich der Abgaskonzentrationen im Abgas von Holzöfen (Quelle: LFU o.J.) 104
Abbildung 33: Feuerungsprinzip bei handbeschickten Holzfeuerungen (Zuführung von Sekundärluft nicht dargestellt) (Quelle: HARTMANN & NUSSBAUMER 2001) 105
Abbildung 34: Stückholzkessel mit Sturzbrand (links) und seitlichem Unterbrand (rechts) (HARTMANN & NUSSBAUMER 2003) 107
Abbildung 35: Schnitt durch einen Scheitholz-Kessel (Quelle: HDG-BAVARIA) 109
Abbildung 36: Schnitt durch einen Scheitholz-Kessel (Quelle: GUNTAMATIC) 110
Abbildung 37: Schnittbild einer Hackgut Heizanlage für 25-55 kW (Quelle: HARGASSNER) 115



Abbildung 38: mögliche Anbindung einer Hackschnitzelanlage an den Lagerraum mit Federkern und Förderschnecke (Quelle: HDG-BAVARIA) 116

Abbildung 39: Schnitt durch einen Pelletbrenner mit Abwurffeuerung (Quelle: Guntamatic)... 119

Abbildung 40: Vorbildliche Holzlagerung (trocken, luftig, südseitig) (Quelle: HDG-BAVARIA) 122

Abbildung 41: Befüllvarianten von Hackschnitzellagern (Quelle: HDG-BAVARIA)......... 124

Abbildung 42: Schematische Darstellung unterschiedlicher Systeme zur Hackschnitzellageraustragung (Quelle: HARTMANN 2001b)..................... 125

Abbildung 43: Schneckenaustrag mit Blattfederrührwerk (Quelle: HDG-BAVARIA) 126

Abbildung 44: Voraussetzungen zur Befüllung von Pelletlagerräumen; (A: Sonderausstattung: Stromanschluss 230 Volt für das Absauggebläse des Pelletslieferanten und/oder Abschaltmöglichkeit für den Pelletskessel. (B: evtl. kann eine Verlegung der Befülleitung im Gebäude die notwendige Schlauchlänge zur Befüllung des Pelletslagers erheblich reduzieren. (Quelle: DEPV 2005)... 127

Abbildung 45: Beispiele für industrielle Lagerbehälter (Sacksilo und Erdtank) (Quelle: HDG-BAVARIA) 128

Abbildung 46: Schnitt durch einen Pelletlagerraum (Quelle: DEPV 2005) 130

Abbildung 47: Gestaltung des Schrägbodens (Quelle: DEPV 2005)................................ 131

Abbildung 48: Grundriss eines Pelletlagers (Quelle: DEPV 2005) 131

Abbildung 49: Einbau der Befüllstutzen mit oder ohne Lichtschacht (Quelle: DEPV 2005)... 133

Abbildung 50: Aufsicht auf die Zugangstüre (Quelle: DEPV 2005)................................ 133

Abbildung 51: Grundriss Pelletlager und Montageort der Prallschutzmatte (Quelle: DEPV 2005)... 134

Abbildung 52: Anforderungen an den Schornstein (Quelle: HARTMANN & ROSSMANN 2003) 138

Abbildung 53: Schema 1 (Quelle: HDG-Bavaria)... 143

Abbildung 54: Schema 2 (Quelle HDG Bavaria) 144

Abbildung 55: Schema 3 (Kombination mit Solarwärme)... 145

Abbildung 56: Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln nach Quartalen (Quelle: CARMEN 2006 leicht verändert)... 150

Abbildung 57: Produktionskapazitäten von Pellets in Deutschland (Daten: DEPV) 151

Abbildung 58: Preisentwicklung von Holzpellets 2006 (Quelle: CARMEN 2006).......... 152

Abbildung 59: Preisentwicklung bei Holzpellets, Heizöl und Erdgas 2003-2006 (Quelle: CARMEN 2006)... 152



Abbildung 60: Energiepreisentwicklung in Deutschland (01/2002-01/2006) (Quelle: DEPV / SOLAR PROMOTION GMBH) 153

Abbildung 61: Das Ü-Zeichen 167

Abbildung 62: Die CE-Kennzeichnung 168

Abbildung 63: Logo für die von DIN Certco geprüften Pellet-Öfen 170

Abbildung 64: Das Jury-Umweltzeichen: „Der Blaue Engel“ 170

Abbildung 65: Ringelmann-Skala nach Anlage I der 1. BImSchV (Graustufung kann aufgrund von Druckfehlern nicht ganz dem wahren wert entsprechen!) 182

Abbildung 66: Übersicht über Gesetze und Verordnungen zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) (Quelle: BMU, FNR 2000) 207



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Umrechnung von Raummeter (Rm) auf Festmeter (Fm) Holz für verschiedene Brennstoffe (ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT 1998) 77
Tabelle 2: Mindestlagerzeiten für verschiedene Holzarten........ 78
Tabelle 3: Heizwert von Holz in Abhängigkeit des Wassergehalts........ 79
Tabelle 4: Energiegehalt von verschiedenem Hackgut (W 30, G 30) pro Stückraummeter........ 80
Tabelle 5: Hackgutklasse nach ÖNORM M 7133 80
Tabelle 6: Wassergehalt von Hackgut nach ÖNORM M 7133 81
Tabelle 7: Schüttdichte von Hackgut nach ÖNORM M 7133........ 81
Tabelle 8: Aschegehalt von Hackgut nach ÖNORM M 7133 81
Tabelle 9: Vergleich der Anforderungen an Holzpellets (* = atro/wasserfrei)........ 84
Tabelle 10: Gehalt an Hauptelementen in Festbrennstoffen (nach HARTMANN 2001) 92
Tabelle 11: Verbrennungstechnische Kenndaten von Festbrennstoffen (nach: HARTMANN 2001) 95
Tabelle 12: Schematischer Ablauf bei der Verbrennung........ 98
Tabelle 13: Systematik der Feuerungsprinzipien automatisch beschickter Kleinanlagen (nach HARTMANN & ROSSMANN 2003) 114
Tabelle 14: Die gängigsten Feuerungsprinzipien für Pelletfeuerungen (Quelle: IDEE E.V. 2004)........ 118
Tabelle 15: Beispiele von drei Speichertypen (Grafikquellen: Thermosolar)........ 142
Tabelle 16: Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme (Beispiel, Stand März 2006) (Quelle: CARMEN 2006)........ 165
Tabelle 17: Zusammenfassung der Anforderungen für Holzpelletheizungen nach Juri Umweltzeichen (1 Bezogen auf Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) mit einem Volumengehalt an Sauerstoff von 13%)........ 171
Tabelle 18: Emissionsgrenzwerte bei der Verfeuerung von naturbelassenen, biogenen Festbrennstoffen und halmgutartigen Brennstoffen nach BImSchV........ 183



Tabelle 19: Emissionsgrenzwerte bei der Verfeuerung von *gestrichenem, lackiertem oder beschichtetem Holz und Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder verleimtem Holz in Anlagen der holzbe- und –verarbeitenden Betriebe* nach BImSchV 183



Abkürzungsverzeichnis

a .... Annuität
atro .... absolut trocken
BAFA .... Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BImSchG .... Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV .... Bundesimmissionsschutzverordnung
BO.............. Bauordnung
CE .... Communauté Européenne
DIN .... Deutsches Institut für Normung e. V.
dt .... Dezitonne
EG.............. Europäische Gemeinschaft
EWR .... Europäischer Wirtschaftsraum
FeuV .... Feuerungsverordnung
Fm.............. Festmeter
H_o .... oberer Heizwert
H_u .... unterer Heizwert
i .... Zinssatz
ISPQ .... Institute for Sustainable Power Quality
KfW .... Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU.......... Kleinere und mittlere Unternehmen
KÜO .... Verordnung über das Kehren und überprüfen von Feuerungs- und Lüftungsanlagen
lutro............ lufttrocken
MBO .... Musterbauordnung
MFeuV........ Musterfeuerungsverordnung
m_B .... trockene Biomasse
m_w .... Wassermasse
OPEC.......... Organisation of Petroleum Exporting Countries (Organisation erdölexportierender Länder)
OECD .... Organisation for Economic Cooperation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)



ppm............ parts per million

RAL........... Reichs-Ausschuß für Lieferbedingungen (RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.)

Rm............. Raummeter

SKE .... Stinkohleeinheiten

Srm .... Schüttraummeter

T .... Zeit (time)

TA.............. Technische Anleitung

u................. Brennstoffeuchte

VVB .... Verordnung zur Verhütung von Bränden

w................ Wassergehalt

WLG.......... Wärmeletfähigkeitsgruppe

λ................. Lamda (Luftüberschusszahl)

η_f................ feuerungstechnischer Wirkungsgrad

η_k .... Kesselwirkungsgrad

η_n .... Nutzungsgrad



Literatur

AGEB (2006) (ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIEBILANZEN E.V.): Energieflussbild in Deutschland in Mio. t SKE im Jahr 2004; Im Internet: http://www.ag-energiebilanzen.de/erlaeuterung/schema.pdf [20.04.2006]

AMANDUS KAHL GMBH & CO. KG (2006) Im Internet: www.akahl.de [21.04.2006]

BGR (2006) (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE): Energierohstoffe. Im Internet: http://www.bgr.bund.de/cln_029/nn_454936/DE/Themen/Energie/Kohle/kohle__inhalt.html__nnn=true [20.04.2006]

BMU (2005) (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung Stand: Dezember 2005 Internet-Update; Im Internet: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/erneuerbare_energien_zahlen_dezember.pdf [20.04.2006]

BMU (2006a): (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT): Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2005 Gesamt 14.238 PJ; Im Internet: http://www.erneuerbare-energien.de/files/erneuerbare_energien/downloads/application/pdf/struktur_primaer.pdf [20.04.2005]

BMU (2006b): (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT): Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien 2005; Im Internet: http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/36680/20010/ [20.04.2005]

CARMEN (2006): Im Internet: www.carmen-ev.de [26.04.2006]

CMA (1988) (CENTRALE MARKETINGGESELLSCHAFT DER DEUTSCHEN AGRARWIRTSCHAFT): Holz als Energierohstoff; Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft Eigenverlag; Bonn; 2. Auflage

DEPV (DEUTSCHER ENERGIE-PELLET-VERBAND E.V.) (2005): Empfehlungen zur Lagerung von Holzpellets. Informationsblatt 01-2005A

ENERGYDESIGN GMBH (2006): Energiespartipps Heizung. Im Internet: http://www.treibhauseffekt.com/tipps/heizung.html [21.04.2006]

FNR (2006) (FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE) Im Internet: www.nachwachsende-rohstoffe.de [21.04.2005]

HARTMANN H. (2001a): Ernte und Aufbereitung; In: KALTSCHMITT M., HARTMANN H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag; Berlin; S. 155-196

HARTMANN H. (2001b): Transport, Lagerung, Konservierung und Trocknung. In: KALTSCHMITT M., HARTMANN H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag; Berlin; S. 197-238

HARTMANN H. (2003a): Biogene Brennstoffe im Energiesystem. In: HARTMANN H., THUNEKE K., HÖLDERICH A., ROßMANN P. (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe; S 11- 14; Im Internet: www.fnr.de [20.04.2005]

HARTMANN H. (2003b): Brennstoffeigenschaften und Mengenplanung. In: HARTMANN H., THUNEKE K., HÖLDERICH A., ROßMANN P. (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe; S. 51-60; Im Internet: www.fnr.de [20.04.2005]

HARTMANN H. (2003d): Kosten der Feststoffverbrennung. In: HARTMANN H., THUNEKE K., HÖLDERICH A., ROßMANN P. (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe; S. 127-137; Im Internet: www.fnr.de [20.04.2005]

HARTMANN H., NUSSBAUMER T. (2001): Handbeschickte Feuerung und Pelletöfen. In: KALTSCHMITT M., HARTMANN H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag; Berlin; S. 323-354

HARTMANN H., THUNEKE K., HÖLDERICH A., ROßMANN P. (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe; Im Internet: www.fnr.de [20.04.2005]

HARTMANN H., ROSSMANN P. (2003a): Feuerungen und Anlagentechnik. In: HARTMANN H., THUNEKE K., HÖLDERICH A., ROßMANN P. (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe; Im Internet: www.fnr.de [20.04.2005]

HARTMANN H., ROSSMANN P. (2003b): Rechtliche Anforderungen und Vorschriften. In: HARTMANN H., THUNEKE K., HÖLDERICH A., ROßMANN P. (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe; S. 113 126; Im Internet: www.fnr.de [20.04.2005]

Idee e.V. (2004): Im Internet: http://www.idee-nrw.de/schule1.htm#Unterrichtsmaterial%20Wärme%20aus%20Holz [2005]

IPCC (2006a) (Intergovernmental Panel on Climate Change), Im Internet: http://www.ipcc.ch/present/graphics/2001syr/small/05.16.jpg [20.04.2006]

IPCC (2006b) (Intergovernmental Panel on Climate Change), Im Internet: http://www.ipcc.ch/present/graphics/2001syr/large/02.21.jpg [20.04.2006]

LAUNHARDT T., HURM R., SCHMID V., LINK H. (1998): Dioxyn und PAK-Konzentrationen in Abgas und Aschen von Stückholzfeuerungen. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.); München; Reihe Materialien 142; 149 S.



LB-SYSTEMTECHNIK (2006): Bevölkerung und Primärenergieverbrauch auf der Welt; Im Internet: www.energiekrise.de [20.04.2006]

LFU (o.J.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ): Heizen mit Holz in Kamin und Kachelöfen. Augsburg; Im Internet: http://www.bayern.de/lfu/bestell/holzofenbrosch.pdf [21.04.2004]

NUSSBAUMER T., KALTSCHMITT M. (2001): Grundlagen der Festbrennstoffnutzung – Definitionen. In KALTSCHMITT M., HARTMANN H.: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken, Verfahren. Springer Verlag; Berlin; S. 239-247

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (1998): ÖNORM M 7132 Energiewirtschaftliche Nutzung von holz und Rinde als Brennstoff – Begriffsbestimmungen und brennstofftechnologische Voraussetzungen. Eigenverlag; Wien Österreich 7 S.

Schiedel GmbH & Co. (2006): Begriffe rund um den Schornstein. Im Internet: http://www.schiedel.de/Begriffe_rund_um_den_Schornste.643.0.html [26.04.2006]

STMWIVT (2006) (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, TECHNOLOGIE VERKEHR UND TECHNOLOGIE) Im Internet: http://www.stmwivt.bayern.de/energie/energiespartipps/frames/02ener.html [20.04.2006]

UMWELTBUNDESAMT 2006: Umweltdaten. Im Internet: www.env-it.de/umweltdaten [20.04.2006]

WORLD RESOURCES INSTITUTE 2006: Greenhouse Gas Emissions CAIT-Daten 2000; Im Internet: http://pubs.wri.org/pubs_dataset.cfm?PubID=0 [20.04.2006]

